VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS ODER DER ERKLÄRUNG

(Regel 44.1 PCT)

An
CARL ZEISS JENA GMBH
Carl-Zeiss-Promenade 10
D-07745 Jena
GERMANY

	Absendedatum *(Tag/Monat/Jahr)* 26/10/2001
Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 7429 PCT	**WEITERES VORGEHEN** siehe Punkte 1 und 4 unten
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01/ 02921	Internationales Anmeldedatum *(Tag/Monat/Jahr)* 15/03/2001
Anmelder CARL ZEISS JENA GMBH	

1. [X] Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.

Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:
Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):

Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

Wo sind Änderungen einzureichen?

Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20, Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35

Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

2. [] Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a) übermittelt wird.

3. [] **Hinsichtlich des Widerspruchs** gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß

[] der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsämter dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.

[] noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.

4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:

Kurz nach Ablauf von **18 Monaten** seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90bis.1 bzw. 90bis.3 vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.

Innerhalb von **19 Monaten** seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.

Innerhalb von **20 Monaten** seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsämtern vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahlerklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Patrick Wach

(Siehe Anmerkungen auf Beiblatt)

ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen.
Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z.B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Anspruche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen, die anderen Ansprüche nicht neu numeriert zu werden. Im Fall einer Neunumerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu numerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der dieinternationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

BNSDOCID <XSISA220NODEP4_I_>

ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (Fortsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

i) der Anspruch unverändert ist;

ii) der Anspruch gestrichen worden ist;

iii) der Anspruch neu ist;

iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;

v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]: "Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."

2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]: "Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."

3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]: Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt."Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."

4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]: "Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

"Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigefügt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amts sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

BNSDOCID: <XSISA220NODEP4_I_>

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts	**WEITERES VORGEHEN**	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
7429 PCT		
Internationales Aktenzeichen	Internationales Anmeldedatum *(Tag/Monat/Jahr)*	(Frühestes) Prioritätsdatum *(Tag/Monat/Jahr)*
PCT/EP 01/02921	15/03/2001	16/03/2000
Anmelder		
CARL ZEISS JENA GMBH		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

[X] Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. **Grundlage des Berichts**

 a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

 [] Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

 b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

 [] in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

 [] zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

 [] bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

 [] bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

 [] Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

 [] Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. [] **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. [] **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

 [X] wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

 [] wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

 [X] wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

 [] wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 3

 [X] wie vom Anmelder vorgeschlagen

 [] keine der Abb.

 [] weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

 [] weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/02921

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L41/09 G02B7/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 237 238 A (BERGHAUS THOMAS ET AL) 17. August 1993 (1993-08-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 8, Zeile 1 -Spalte 9, Zeile 14; Abbildungen 1-6 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 10, 31. August 1999 (1999-08-31) & JP 11 146668 A (MINOLTA CO LTD), 28. Mai 1999 (1999-05-28) Zusammenfassung	1
P,A	& US 6 153 963 A 28. November 2000 (2000-11-28) Spalte 4, Zeile 60 -Spalte 7, Zeile 15; Abbildungen 2-6 --- -/--	1

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Oktober 2001	26/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Sarneel, A

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 675 589 A (MINOLTA CO LTD) 4. Oktober 1995 (1995-10-04) Seite 8, Zeile 41 -Seite 9, Zeile 50 ---	1
A	US 5 751 090 A (HENDERSON DAVID A) 12. Mai 1998 (1998-05-12) das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die [redacted]en Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PC[redacted] 01/02921

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5237238	A	17-08-1993	DE	4023311 A1	23-01-1992
			FR	2665033 A1	24-01-1992
			GB	2246236 A ,B	22-01-1992
			JP	6317681 A	15-11-1994
			JP	7119814 B	20-12-1995
JP 11146668	A	28-05-1999	US	6153963 A	28-11-2000
EP 0675589	A	04-10-1995	JP	7274543 A	20-10-1995
			JP	3180557 B2	25-06-2001
			JP	7274544 A	20-10-1995
			JP	7274545 A	20-10-1995
			JP	7274546 A	20-10-1995
			JP	3170999 B2	28-05-2001
			JP	7298654 A	10-11-1995
			JP	3171000 B2	28-05-2001
			JP	7298656 A	10-11-1995
			JP	3171022 B2	28-05-2001
			JP	8070586 A	12-03-1996
			JP	3168843 B2	21-05-2001
			JP	8107684 A	23-04-1996
			JP	3141714 B2	05-03-2001
			JP	8149860 A	07-06-1996
			DE	69522027 D1	13-09-2001
			EP	0675589 A1	04-10-1995
			US	5589723 A	31-12-1996
US 5751090	A	12-05-1998	KEINE		

PCT

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen: PCT/EP 01/02921

Internationales Anmeldedatum: (15.03.2001) 15 MAR 2001

EUROPEAN PATENT OFFICE
PCT INTERNATIONAL APPLICATION

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts *(falls gewünscht)* *(max. 12 Zeichen)*: 7429 PCT

Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

Carl Zeiss Jena GmbH
Carl-Zeiss-Promenade 10

D-07745 Jena
DE

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.: (03641) 64-2388

Telefaxnr.: (03641) 64-2469

Fernschreibnr.: 331545

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: ☐ alle Bestimmungsstaaten ☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika ☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

BARTZKE, Karlheinz
Moßlerstr. 4/102

D-99867 Gotha

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: ☐ alle Bestimmungsstaaten ☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika ☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika ☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als: ☐ Anwalt ☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)*

Carl Zeiss Jena GmbH
Carl-Zeiss-Promenade 10

D-07745 Jena
DE

Telefonnr.: (03641) 64-2388

Telefaxnr.: (03641) 64-2469

Fernschreibnr.: 331545

☒ **Zustellanschrift:** Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

Bestell-Nr. PCT 101
Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

DRO/EP

Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Wird keines der folgenden Felder benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

MACK, Stefan
Breite Str. 16

D-07749 Jena
DE

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [x] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [x] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

BURKHARDT, Matthias
Dorfstr. 28

D-07768 Eichenberg
DE

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [x] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [x] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

HARTMANN, Thomas
Höhenweg 3

D-07749 Jena
DE

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [x] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [x] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

STEINER, Reinhard
Homberger Ring 11a

D-07646 Stadtroda
DE

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [x] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat): DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [x] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

[] Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.

Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Wird keines der folgenden Felder benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

DITTRICH, Peter
Friedrich-Körner-Str. 9

D-07745 Jena
DE

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [x] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat):	Sitz oder Wohnsitz (Staat):
DE	DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [x] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

KLOPFLEISCH, Karl-Heinz
Bertolt-Brecht-Str. 31

D-07745 Jena
DE

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [x] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat):	Sitz oder Wohnsitz (Staat):
DE	DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [x] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat):	Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: *(Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)*

Diese Person ist:
- [] nur Anmelder
- [] Anmelder und Erfinder
- [] nur Erfinder *(Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)*

Staatsangehörigkeit (Staat):	Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: [] alle Bestimmungsstaaten [] alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika [] nur die Vereinigten Staaten von Amerika [] die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

[] Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen *(bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen; wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden)*:

Regionales Patent

- ☐ **AP** **ARIPO-Patent:** **GH** Ghana, **GM** Gambia, **KE** Kenia, **LS** Lesotho, **MW** Malawi, **SD** Sudan, **SZ** Swasiland, **UG** Uganda, **ZW** Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ **EA** **Eurasisches Patent:** **AM** Armenien, **AZ** Aserbaidschan, **BY** Belarus, **KG** Kirgisistan, **KZ** Kasachstan, **MD** Republik Moldau, **RU** Russische Föderation, **TJ** Tadschikistan, **TM** Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ **EP** **Europäisches Patent:** **AT** Österreich, **BE** Belgien, **CH und LI** Schweiz und Liechtenstein, **CY** Zypern, **DE** Deutschland, **DK** Dänemark, **ES** Spanien, **FI** Finnland, **FR** Frankreich, **GB** Vereinigtes Königreich, **GR** Griechenland, **IE** Irland, **IT** Italien, **LU** Luxemburg, **MC** Monaco, **NL** Niederlande, **PT** Portugal, **SE** Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☐ **OA** **OAPI-Patent:** **BF** Burkina Faso, **BJ** Benin, **CF** Zentralafrikanische Republik, **CG** Kongo, **CI** Côte d'Ivoire, **CM** Kamerun, **GA** Gabun, **GN** Guinea, **GW** Guinea-Bissau, **ML** Mali, **MR** Mauretanien, **NE** Niger, **SN** Senegal, **TD** Tschad, **TG** Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist *(falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben)*

Nationales Patent *(falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):*

- ☐ **AL** Albanien
- ☐ **AM** Armenien
- ☐ **AT** Österreich
- ☐ **AU** Australien
- ☐ **AZ** Aserbaidschan
- ☐ **BA** Bosnien-Herzegowina
- ☐ **BB** Barbados
- ☐ **BG** Bulgarien
- ☐ **BR** Brasilien
- ☐ **BY** Belarus
- ☐ **CA** Kanada
- ☐ **CH und LI** Schweiz und Liechtenstein
- ☐ **CN** China
- ☐ **CU** Kuba
- ☐ **CZ** Tschechische Republik
- ☐ **DE** Deutschland
- ☐ **DK** Dänemark
- ☐ **EE** Estland
- ☐ **ES** Spanien
- ☐ **FI** Finnland
- ☐ **GB** Vereinigtes Königreich
- ☐ **GD** Grenada
- ☐ **GE** Georgien
- ☐ **GH** Ghana
- ☐ **GM** Gambia
- ☐ **HR** Kroatien
- ☐ **HU** Ungarn
- ☐ **ID** Indonesien
- ☐ **IL** Israel
- ☐ **IN** Indien
- ☐ **IS** Island
- ☐ **JP** Japan
- ☐ **KE** Kenia
- ☐ **KG** Kirgisistan
- ☐ **KP** Demokratische Volksrepublik Korea
- ☐ **KR** Republik Korea
- ☐ **KZ** Kasachstan
- ☐ **LC** Saint Lucia
- ☐ **LK** Sri Lanka
- ☐ **LR** Liberia
- ☐ **LS** Lesotho
- ☐ **LT** Litauen
- ☐ **LU** Luxemburg
- ☐ **LV** Lettland
- ☐ **MD** Republik Moldau
- ☐ **MG** Madagaskar
- ☐ **MK** Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien
- ☐ **MN** Mongolei
- ☐ **MW** Malawi
- ☐ **MX** Mexiko
- ☐ **NO** Norwegen
- ☐ **NZ** Neuseeland
- ☐ **PL** Polen
- ☐ **PT** Portugal
- ☐ **RO** Rumänien
- ☐ **RU** Russische Föderation
- ☐ **SD** Sudan
- ☐ **SE** Schweden
- ☐ **SG** Singapur
- ☐ **SI** Slowenien
- ☐ **SK** Slowakei
- ☐ **SL** Sierra Leone
- ☐ **TJ** Tadschikistan
- ☐ **TM** Turkmenistan
- ☐ **TR** Türkei
- ☐ **TT** Trinidad und Tobago
- ☐ **UA** Ukraine
- ☐ **UG** Uganda
- ☒ **US** Vereinigte Staaten von Amerika
- ☐ **UZ** Usbekistan
- ☐ **VN** Vietnam
- ☐ **YU** Jugoslawien
- ☐ **ZW** Simbabwe

Kästchen für die Bestimmung von Staaten (für die Zwecke eines nationalen Patents), die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

- ☐
- ☐
- ☐

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. *(Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)*

Feld Nr. VI PRIORITÄTSANSPR[illegible] ☐ Weitere Priorität[illegible]rüche sind im Zusatzfeld angegeben.

Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine: nationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung:* regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) 16. März 2000 (16.03.2000)	100 12 751.7	Deutschland		
Zeile (2)				
Zeile (3)				

☐ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) _____ bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln *(nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist(sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)*

** Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.*

Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) *(falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden)*:

ISA /

Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese frühere Recherche *(falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist)*:

Datum *(Tag/Monat/Jahr)* Aktenzeichen Staat *(oder regionales Amt)*

Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende **Anzahl von Blättern**:

Antrag	:	5
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil)	:	13
Ansprüche	:	3
Zusammenfassung	:	1
Zeichnungen	:	4
Sequenzprotokollteil der Beschreibung	:	
Blattzahl insgesamt	:	26

Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:

1. ☒ Blatt für die Gebührenberechnung
2. ☐ Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
3. ☒ Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden):
4. ☐ Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
5. ☒ Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
6. ☐ Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
7. ☐ Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material
8. ☐ Protokoll der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzen in computerlesbarer Form
9. ☒ Sonstige *(einzeln aufführen)*: Verrechnungsscheck

Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.):

Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird:

Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

Carl Zeiss Jena GmbH

Karlheinz BARTZKE (Erfinder) Stefan MACK (Erfinder) Peter DITTRICH (Erf.)

Dipl.Ing. Willi Muhsfeldt
Allg.Vollmacht Nr. 32895

Matthias BURKHARDT (Erfinder) Thomas HARTMANN (Erfinder)

Reinhard STEINER (Erfinder) Karl-Heinz KLOPFLEISCH (Erfinder)

Vom Anmeldeamt auszufüllen

1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung: 15 MAR 2001 (15.03.01)

2. Zeichnungen ☒ eingegangen: ☐ nicht eingegangen:

3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:

4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:

5. Internationale Recherchenbehörde *(falls zwei oder mehr zuständig sind)*: ISA /

6. ☐ Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchengebühr aufgeschoben

Vom Internationalen Büro auszufüllen

Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:

Patentanwälte
GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.)
European Patent Attorneys
MÜNCHEN – JENA

Büro München / *Munich Offices:* Perhamerstraße 31 · D-80687 München
Telefon: (089) 5 46 15 20 · Telefax: (089) 5 46 03 92 · Telex: 5 218 915 gefe d · Telegramme: gefepat muenchen
Büro Jena / *Jena Offices:* Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (0 36 41) 2 91 50 · Telefax: (0 36 41) 29 15 21

CARL ZEISS JENA GmbH
(Pat 1250/81-99)

16. März 2000
A/11/mh

Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen, wobei das zu verschiebende Element auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung bewegbar ist.

Verstellvorrichtungen, die zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung dienen, werden auf verschiedenen Gebieten, so z. B. bei optischen Geräten (zum Verschieben von Linsen oder von Blenden im Millimeterbereich oder in einem noch kleineren Verstellbereich) oder auch bei Präzisionsmeßgeräten zum Positionieren von Objekten mit Nanometer-Präzision eingesetzt.

Hierfür ist eine Vielzahl von Antriebsanordnungen bekannt, bei denen der Antrieb auf pneumatischem oder hydraulischem Weg oder elektromotorisch erfolgt. Als besonders geeignet haben sich jedoch Geräte erwiesen, bei denen mit einem piezoelektrischen Antrieb gearbeitet wird.

So ist aus der DE 36 10 540 C ein Mikromanipulator zur Mikrobewegung von Objekten bekannt, bei dem zur Erzeugung der Mikrobewegung aus piezoelektrischem Werkstoff bestehende Hohlzylinder eingesetzt werden, die sich unter Spannung verbiegen und auf diese Weise eine schrittweise Verschiebung des auf dem Hohlzylinder aufliegenden Objektes bewirken. Allerdings sind diese Objektbewegungen nicht reproduzierbar und lassen sich daher für bestimmt Anwendungen, z. B. in der Mikroskopie, nicht anwenden. Zudem werden mit dieser bekannten Anordnung auch nur relativ geringe Stellwege erreicht.

In der DE 40 23 311 A ist eine Verstellvorrichtung für Mikrobewegungen beschrieben, bei welcher der Antrieb mittels eines den Schereffekt nutzenden Piezowandlers erreicht wird, wobei die diesen Piezowandler umfassenden Antriebselemente nicht nur die Bewegung des gegen sie anliegenden

Objektes bewirken, sondern zusätzlich dieses auch noch in Bewegungsrichtung führen. Dabei wird das Objekt mittels einer Andrückeinrichtung mit einer vorgegebenen Kraft gegen das (Piezo-) Antriebselement angedrückt. Der Antrieb kann dabei in der Form erfolgen, daß der Piezowandler die Scherbewegung langsam ausführt und das aufliegende Objekt dabei mitnimmt, während die Rückstellbewegung des Piezowandlers unter Überwindung der Reibung zwischen diesen und dem Objekt rasch durchgeführt wird. Gleichermaßen kann aber auch der Piezowandler umgekehrt angesteuert werden, nämlich daß zunächst eine schnelle Scherbewegung (unter Überwindung der Reibung) ausgeführt wird, bei der sich das Objekt infolge seiner Trägheit nicht bewegt, wonach dann eine langsame Rückstellbewegung erfolgt, bei der das Objekt in dieser Rückstellrichtung mitgenommen wird. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, mit diesem bekannten Antrieb das Objekt nicht nur in einer Richtung, sondern auch in der Gegenrichtung zu bewegen. Dabei weisen die (Piezo-) Antriebselemente an ihrer Oberseite Auflagen auf, die mit Kugelsitzen für Kugeln versehen sind, wobei auf den Kugeln das bewegliche Objekt aufliegt. Nachteilig ist dabei, daß durch die Gleitreibung an den Kugelelementen Abtrieb entsteht, wodurch bei längerer Einsatzdauer die Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird. Auch ist die erzielbare Verstellgeschwindigkeit des Objektes relativ gering.

Schließlich ist aus der DE 691 25 974 T2 wie auch aus der US 5,225,941 A eine Antriebsvorrichtung für ein Objekt bekannt, das gleitend auf einer Stange geführt ist, die ihrerseits mit einem Piezoaktuator zu einer in ihrer Längsrichtung verlaufenden Expansion bzw. Kontraktion angeregt werden kann. Auch hier kann eine langsame Expansion und eine rasche Kontraktion der Stange durch eine geeignete Ansteuerung des Piezoaktuators erreicht werden mit der Folge, daß bei der langsamen Expansion das Objekt infolge der Reibkräfte mitgenommen wird, hingegen bei der raschen Kontraktion unter Überwindung der Reibkräfte das Objekt infolge seiner Massenträgheit am Platz verbleibt. Dadurch ist eine schrittweise Fortbewegung des Objektes in Längsrichtung möglich, wobei bei einer gegenläufigen Ansteuerung des Piezoelementes (zu einer raschen Expansion und einer langsamen Kontraktion) auch ein Antrieb in Gegenrichtung erfolgen kann. Der konstruktive Aufwand ist bei dieser bekannten Konstruktion jedoch vergleichsweise hoch und es muß eine Vielzahl von einzelnen Anordnungselementen vorgesehen werden. Zudem ist auch der Verstellbereich zwischen den beiden Lagerstellen der Verschiebestange im Hinblick auf größere Verstellwege relativ begrenzt.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, für optische Systeme oder für Meßsysteme eine verbesserte Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Element vorzuschlagen, die eine besonders rasche Verstellmöglichkeit über einen weiten Verstellweg bei stets größter Präzision gewährleistet und dabei preisgünstig herstellbar und einfach aufgebaut ist.

Erfindungsgemäß wird dies erreicht durch eine Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen, wobei das zu verschiebende Element

auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung bewegbar ist, die von dem Element getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, daß sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes auf der Unterlage Stoßimpulse auf dieses ausübt, wobei das Element in einem Körper, der einen offenen oder einen geschlossen Hohlquerschnitt aufweist, angebracht ist und sich an diesem an mindestens einer Stelle unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung reibschlüssig abstützt. Bevorzugt weist dabei der Körper einen U-förmigen Querschnitt oder einen kreisförmigen Hohlquerschnitt auf.

Bei der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung wird die piezoelektrische Aktuatoranordnung von dem zu verschiebenden Element selbst getragen und ist so ausgebildet und ansteuerbar, daß durch die piezoelektrischen Auslenkungen Stoßimpulse auf das Element selbst ausgeübt werden. Durch die aufgrund dieser Stoßimpulse an dem Element wirkenden Stoßkräfte kann dieses, wenn dabei die Reibung zwischen dem Element und seiner Unterlage überschritten wird, schrittweise in einer der Richtung der Stoßimpulse entsprechenden Richtung fortbewegt werden. Dadurch, daß der piezoelektrische Aktuator aber von dem Element selbst getragen wird, bedeutet dies, daß das Element alle Einrichtungen seines piezoelektrischen Antriebs selbst trägt, weshalb es im Grundsatz einen beliebig großen Verstellbereich hat. Denn solange der piezoelektrische Aktuator seine Stoßimpulse abgibt, solange kann grundsätzlich das Element in der betreffenden Richtung bewegt werden, so daß bei Einsatz der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung auch ein sehr großer Verstellweg ohne weiteres realisierbar ist.

Durch die reibschlüssige Abstützung des Körpers an mindestens einer Stelle seiner Unterlage unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung wird zunächst eine Reibkraft erzeugt, die im ausgestalteten Zustand der Aktuatoranordnung zu einer guten Lagefixierung des zu bewegenden Elementes dient und sicherstellt, daß eine einmal erreichte Lage sich nicht unerwünschterweise wieder ändert. Damit ist es auch möglich, mit der erfindungsgemäßen Verstellanordnung auch Verstellbewegungen in Richtung der oder unter einer Neigung zur Schwerkraft durchzuführen, somit z. B. zur Verstellung eines Elementes in einem senkrecht verlaufenden Rohr von unten nach oben (oder auch umgekehrt). Durch die Feder kann unschwer sichergestellt werden, daß das Element dann bei Erreichen einer bestimmten Verstellposition auch in dieser verbleibt, selbst wenn die Schwerkraft laufend wirkt, wobei dabei sowohl in aufsteigender, wie auch in absteigender Richtung gleich große Stellschritte erzielt werden können. Voraussetzung ist hier lediglich, daß die auftretende Reibkraft in jedem Fall größer ist als die maximale Lastkraft des Aktuators.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung weist das zu verschiebende Element eine Platte auf, deren Form dem Innenquerschnitt des Körpers im wesentlichen angepaßt ist und bei der die vorgespannte Federeinrichtung aus einem zumindest teilweise längs des Außenumfangs der Platte verlaufenden Streifen besteht, der seitlich, bevorzugt

über die Vorder- und die Rückseite der Platte vorstehende, im Abstand zueinander angebrachte Federzungen aufweist, die vom Streifen ausgehend in Richtung zu der zugeordneten Innenwand des Körpers schräg verlaufen und an dieser unter Federdruck anliegen. Besonders bevorzugt ist dabei auch noch eine weitere, parallel zu dem verschiebenden Element angeordnete zweite Platte vorgesehen, deren Form ebenfalls im wesentlichen der Innenform des Hohlquerschnitts des Körpers entspricht, die aber mit keiner Federeinrichtung versehen und mit dem zu verschiebenden Element über einen rohrförmigen Piezoaktuator verbunden ist.

Alternativ hierzu kann zwischen den beiden Platten anstelle des rohrförmigen Piezoaktuators aber auch vorgesehen werden, daß in der Nähe der beiden Seiten, an denen die Federzungen bei der einen Platte angebracht sind, jeweils ein sich parallel zur jeweiligen Seitenfläche des Körpers erstreckender piezoelektrischer Plattenaktuator mit einem seiner Enden befestigt ist, wobei die anderen Enden der beiden piezoelektrischen Plattenaktuatoren wiederum an der parallel zu dem zu verschiebenden Element angeordneten zweiten Platte befestigt sind.

Bei diesen Lösungen ergibt sich der Vorteil einer insgesamt besonders kleinen Baugröße, die eine Anwendung insbesondere für Zoom-Objektive in Stereomikroskopen zuläßt, wobei zudem eine recht einfache konstruktive Lösung vorliegt. Dabei ist der Trägheitskörper (nämlich das zu verschiebende Element) nur über den Piezoaktuator (Piezorohr oder die beiden Piezoplatten) mit der zweiten Platte verbunden und dient gleichzeitig der Aktuatorführung.

Bevorzugt weist dabei das Element in Form einer Platte und/oder die zweite Platte eine Aufnahme zur Halterung z. B. einer Linse auf und dient damit auch der Linsenfassung, so daß die Lage der Linse über die Verschiebung des Elementes entsprechend verschoben werden kann.

Eine ganz besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht auch darin, daß an dem zu verschiebenden Element, bevorzugt an dessen in der Verfahrrichtung vorn oder hinten liegenden Abschlußfläche, ein Meßkopf zum Abtasten eines Maßbandes, eines Strichcodes o. ä. angebracht ist, was wiederum eine sehr einfache konstruktive Lösung darstellt, die auch kostengünstig herstellbar ist.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung besteht darin, daß der Körper aus einer Platte gebildet ist, auf deren beiden Plattenflächen jeweils ein sich im wesentlichen senkrecht zur jeweiligen Plattenfläche angeordneter plattenförmiger Piezoaktuator befestigt ist, der bei Beaufschlagung mit seinem von der Platte vorstehenden Ende in der gewünschten Bewegungsrichtung der Platte auslenkbar ist. Vorzugsweise ist dabei an den freien Enden der beiden Plattenaktuatoren (deren jedes auf einer Seite des Körpers vorsteht) jeweils ein Massekörper befestigt, wobei, erneut bevorzugt, die beiden Plattenaktuatoren wie auch die an ihren freien Enden angebrachten Massekörper eine zur Längsmittelebene der Platte symmetrische Anordnung aufweisen. Dabei können vorzugsweise die beiden Piezoaktuatoren auch von einem

Plattenaktuator gebildet werden, der durch die Platte hindurchgeführt ist und auf beiden Seiten vorsteht.

Diese Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung erweisen sich als ganz besonders einfache, sehr preisgünstig und ohne weiteres auch in großen Stückzahlen herstellbare Konstruktion, mit der trotzdem sehr präzise und reproduzierbare Verstellbewegungen ohne Schwierigkeit durchführbar sind.

Bei einer weiteren, ganz besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung ist das zu verschiebende Element im wesentlichen rohrförmig ausgebildet (es kann z. B. von einer Linsenanordnung gebildet sein), konzentrisch in dem ebenfalls im wesentlichen rohrförmigen Körper angeordnet und an seinem einen axialen Ende an einer radial vergrößerten Führungsscheibe befestigt, die sich unter Zwischenschaltung mindestens eines Federelementes radial auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers abstützt, wobei der piezoelektrische Aktuator hier als scheibenförmiger Piezoaktuator ausgebildet ist, der sich seinerseits unter Zwischenschaltung ebenfalls mindestens eines Federelementes radial auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers abstützt. Ganz besonders bevorzugt ist dabei der scheibenförmige Piezoaktuator auf seiner einen axialen Seite über ein elastisches rohrförmiges Koppelglied an das zu verschiebende Element angeschlossen, wobei er vorzugsweise auch noch auf seiner dem zu bewegenden Element axial gegenüberliegenden Seite eine konzentrisch an ihm angeordnete Masse trägt.

Diese Ausführungsform der Erfindung stellt bei einem sehr kleinen Aufwand eine hoch präzise, vorzügliche Verstellmöglichkeit für z. B. Linsensysteme dar, die durch ihren einfachen Aufbau und ihre hervorragende Wirksamkeit besticht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung im Prinzip beispielshalber noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Prinzipdarstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung;

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung ähnlich der aus Fig. 1, hier jedoch gekoppelt mit einem Wegmeßsystem;

Fig. 3 eine (teilweise geschnittene) Ausführungsform einer weiteren erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung in Verbindung mit einem Wegmeßsystem;

Fig. 4 eine (teilweise geschnittene) Perspektivdarstellung einer noch anderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung mit einem Wegmeßsystem;

Fig. 5. den Graph des Spannungsverlaufes der Anregespannung für die Piezoantrieb einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung bei sägezahnförmiger Spannungsänderung sowie den Graph der zugehörigen Auslenkung des Piezoelementes, jeweils über der Zeit, und

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung mit scheibenförmigen Piezoaktuatoren.

In Fig. 1 ist in schräger Perspektive eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung gezeigt. Dabei liegt auf einer Unterlage 1 ein zu verstellendes bzw. zu bewegendes Element 2 in Form einer Platte 2 auf.

Die Unterlage 1 ist dabei als eine ebene Unterlage ausgeführt, die eine Vertiefung 3 ausbildet, innerhalb derer das plattenförmige Element 2 liegt. Die Breite der Vertiefung 3 ist dabei so gewählt, daß die seitlichen Begrenzungswände der Vertiefung 3 als seitliche Führungswände für das plattenförmige Element 2 (unter Zwischenschaltung seitlicher Abstützfedern, vgl. weiter unten) dienen, das somit sowohl auf seiner Unterseite, wie auch an seinen beiden Seitenflächen von der Unterlage 1 in Form eines nach oben offenen Hohlquerschnitts umfaßt wird. Unter "*Hohlquerschnitt*" wird ein Querschnitt verstanden, der eine Abstützung des plattenförmigen Elementes 2 an mindestens drei Seiten desselben gewährleistet.

Das plattenförmige Element 2 soll in Längsrichtung der Vertiefung 3, nämlich in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung x bzw. in Gegenrichtung -x, bewegt werden.

Zu diesem Zweck ist, etwa in der Mitte des plattenförmigen Elementes 2 (in dessen Erstreckung in Bewegungsrichtung x gesehen) ein plattenförmiger Piezo-Biegeaktuator 4 vorgesehen, der durch das plattenförmige Element 2 hindurchläuft und beidseits desselben jeweils um eine gleichgroße Strecke ***f*** übersteht. An beiden überstehenden Enden ist jeweils eine Masse 5 bzw. 6 angebracht, die in der zeichnerischen Darstellung der Fig. 1 nur prinzipiell in Form eines über die Länge des betreffenden Endes sich erstreckenden zylindrischen Körpers dargestellt ist.

Dieser piezoelektrische Biege-Plattenaktuator (Piezoelement) 4 ist als piezoelektrischer Bieger, als sogenannter "*Bimorph*", dargestellt und weist eine Dicke **e** auf. Gleichermaßen könnte das Piezoelement 4 aber auch als Unimorph oder als Multimorph ausgebildet sein, wobei letzterer aus einer Mehrzahl von rechts- und linkspolarisierten Piezofolien besteht, die abwechselnd nebeneinander angeordnet sind und einen linken und einen rechten Folienstapel ausbilden, zwischen denen eine Isolierfolie angeordnet ist.

An das Piezoelement 4 wird, wie dies in Fig. 1 nur rein prinzipiell dargestellt ist, eine Spannung U_A angelegt, die in geeigneter Weise variiert wird, um den Piezoaktuator 4 auf beiden Seiten des

plattenförmigen Elementes 2 in der gewünschten Verstellrichtung laufend auszulenken (und ihn wieder in die Ausgangsstellung zurückzustellen). Dadurch kommt es zum laufenden Einwirken von Stoßimpulsen auf das plattenförmige Element 2, die infolge der dabei auf dieses ausgeübten Stoßkräfte unter Überwindung der Reibung zwischen dem plattenförmigen Element 2 und dem Boden 7 sowie den Seitenwänden der Vertiefung 3 zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des plattenförmigen Elementes 2 führen. Durch geeignete Spannungswahl kann dabei sowohl eine Bewegung in Richtung x, wie auch in der Gegenrichtung -x erreicht werden. Dabei beträgt allerdings der Stellschritt des Elementes 2 nur einen Bruchteil der Ausschwingweite des Piezoaktuators 4.

Der Piezoaktuator wird in Resonanz betrieben, je nach Typ mit Kurzfrequenzen im Bereich von 5 bis 50 kHz, wobei die Ansteuerspannungen 6 bis 40 V betragen. Die Schrittgröße bekannter Piezoaktuatoren liegt dabei bei 0,2 µm und ihre Stellgeschwindigkeit bei etwa 10mm/s. Bekannte Piezoaktuatoren, die hier einsetzbar sind, können Massen von bis zu maximal 100g (auch vertikal) bewegen.

Wie Fig. 1 zeigt, ist das plattenförmige Element 2 an seinen beiden Längsseiten mit seitlich vorstehenden Federelementen 8 versehen, mit denen es sich beidseits gegen die Seitenwände der Vertiefung 3 unter einer vorgegebenen Vorspannung abstützt. Bevorzugt eignen sich hierfür Federzungen aus Federstahl, die, in Bewegungsrichtung gesehen, relativ steif ausgebildet sind, sich aber senkrecht zur Bewegungsrichtung elastisch gut verformen lassen. Dabei ist die Vorspannung der Federzungen 8 im Einbauzustand so gewählt, daß die zwischen ihnen und den Seitenwänden der Vertiefung 3 sowie die am Boden der Vertiefung 3 mit dem plattenförmigen Element 2 auftretende Reibkraft insgesamt größer ist als das Lastgewicht des plattenförmigen Elementes 2 mit dem an ihm befestigten Piezoaktuator 4 und dessen Gewichten 5, 6, und zwar soviel größer, daß auch die bei einer Bewegung des Elementes 2 auftretende Reibung, die kleiner ist, immer noch das genannte Lastgewicht des Elementes 2 mit daran angebrachten Teilen übersteigt. Damit wird sichergestellt, daß bei Wegfall des Antriebs auch bei vertikaler Bewegung eine sichere Halbposition des Elementes 2 eintritt. Dadurch ist es möglich, das plattenförmige Element 2 auch z. B. in einer vertikalen oder fast vertikalen Richtung anzutreiben, wobei in diesem Fall dann allerdings eine entsprechende Ausbildung der Unterlage 1 vorliegen muß, die sicherstellt, daß das plattenförmige Element 2 nicht aus der offenen Seite der Vertiefung 3 herausfallen kann. Infolge der Federzungen bleibt dann auch bei z. B. vertikaler Bewegung des Elementes 2 bei Ausschalten des Antriebs dieses an der jeweils erreichten Stelle selbst unter der Einreichung der Schwerkraft stehen.

Die Ansteuerung des Piezoaktuators 4 kann in unterschiedlicher Weise vorgenommen werden:

Die elektrische Ansteuerung des Piezoaktuators 4 kann in jeder geeignete Weise erfolgen, so z. B. mit Sägezahnimpulsen (vgl. Fig. 5) oder auch z. B. mittels geeigneter Rechteckimpulse.

Bei einer Ansteuerung mit Sägezahnimpulsen, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist, bewirkt die steile Flanke infolge einer hohen Beschleunigung des Piezoelementes 4 (welche geeignet sein muß, die Haftreibung zu überwinden) den Stellschritt, während bei der flachen Flanke infolge der niedrigen Beschleunigung (welche die Haftreibung nicht überwinden kann) kein Stellschritt auftritt.

In Fig. 5 ist unter der Darstellung des Verlaufs der Spannung ***U*** über der Zeit ***t*** auch die Auslenkung des Piezoelementes ***y*** ebenfalls über der Zeit ***t*** aufgetragen.

Im anfänglichen Bereich I ruft die relativ flache Flanke der Sägezahnspannung bei dem System, das anfänglich in Ruhe war, eine moderate Beschleunigung des Massenschwerpunkts der trägen Masse hervor, wobei die Beschleunigungskraft im allgemeinen unterhalb der Reibungskraft bleibt und damit keine Bewegung auftritt.

Im Bereich II schließt sich eine gegenläufige steile Flanke der Sägezahnspannung an, die durch die plötzliche starke Umpolung der elektrischen Spannung im Zusammenhang mit der bis dahin erreichten Auslenkung des Piezoelementes 4 mit den an diesem angebrachten trägen Massen 5, 6 zu einer großen stoßweisen Kraftwirkung auf das zu bewegende Element 2 führt. Die große Beschleunigung der trägen Masse wird aus der starken Krümmung der Wegkennlinie y(t) deutlich. Ab diesem Zeitpunkt setzt im allgemeinen dann die Gleitbewegung in der Reibfläche ein, wobei die verrichtete Reibarbeit dem schwingungsfähigen System mechanische Energie entzieht.

In der anschließenden Phase III nimmt die Schwingungsamplitude wieder deutlich ab und die träge Masse wird im Verlauf der sich anschließenden flachen Sägezahnflanke wieder allmählich verzögert und rückbeschleunigt.

Schließlich wird in Phase IV nach Erreichen der nächsten positiven Sägezahnspitze ein neuer Zyklus begonnen, sofern die Impulsfolge fortgesetzt wird.

Fig. 1 zeigt weiterhin, daß auf dem Boden 7 der Vertiefung 3 eine Öffnung 9 ausgebildet ist, deren Breite etwas größer als die Breite des Piezoaktuators 4 ist. Auf diese Weise kann der Piezoaktuator auf beiden Seiten des zu bewegenden Elementes 2 überstehen, ohne daß dadurch die Bewegungsfähigkeit des Elementes 2 beeinträchtigt wird.

Die Darstellung nach Fig. 2 zeigt im Prinzip eine fast gleiche Anordnung wie die aus Fig. 1, wobei hier jedoch das zu bewegende plattenförmige Element 2 mit einem Wegmeßsystem 10 gekoppelt ist.

In Abänderung zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist bei der Ausführungsform nach Fig. 2 an dem plattenförmigen Element 2 jedoch der piezoelektrische Aktuator 4 nicht mehr in der Mitte (bezüglich der Längserstreckung des Elementes 2 gesehen) angebracht, sondern in dessen in Bewegungsrichtung x vorne liegendem Bereich, und zwar derart, daß (wie Fig. 2 zeigt) sich der Piezoaktuator 4 etwa in der Mitte der Längserstreckung des Elementes 2 befindet, die außerhalb der Brücke 11 liegt.

Eine weitere Änderung gegenüber der Ausgestaltung nach Fig. 1 besteht auch darin, daß bei der Anordnung nach Fig. 1 nicht beidseits des plattenförmigen Elementes 2, sondern nur auf einer Seite desselben eine vorgespannte federnde Andrückeinrichtung gegen die dort liegende Seitenwand der Vertiefung 3 angebracht ist. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, handelt es sich dabei um einen seitlich an dem plattenförmigen Element 2 ausgebildeten Federsteg 15, der auf seiner zur zugewandten Seitenwand der Vertiefung 3 hier liegenden Seite mit einer verdickten Nase 16 versehen ist, die gegen diese Seitenwand federnd anliegt. Der Federsteg 15 wird dabei als eine dünne Seitenwand einer Durchbrechung in dem Element 2 gebildet, wie dies Fig. 2 zeigt.

Zusätzlich zu der Ausführungsform, wie sie in Verbindung mit Fig. 1 weiter oben bereits beschrieben wurde, ist hier auf der Unterlage 1 eine Brücke 11 mit einer Hallsonde 12 angebracht. Zudem ist auf der Oberseite des zu bewegenden Elementes 2 ein Dauermagnet 13 über eine geeignete Verbindung 14 befestigt. Mit dieser Meßanordnung kann die Relativbewegung zwischen dem Element 2 und der Unterlage 1 gemessen werden.

Zur Messung dieser Relativbewegung zwischen dem Element 2 und der Unterlage 1 können aber auch alle anderen, im optischen Präzisionsgerätebau für solche Relativbewegungen üblichen und bekannten Meßsysteme eingesetzt werden, wie z. B. numerische Meßsysteme o. ä. Der Einfachheit halber ist die elektrische Verbindung zwischen dem Ausgang U_M und der Meßanordnung sowie der Auswerteelektronik in Fig. 2 nicht dargestellt.

Die zwischen der Nase 16 und der Seitenwand der Vertiefung 3 wirkende Andruckkraft F_Q entsteht durch die elastische Verbiegung des Federstegs 15. Hierdurch können in ihrer Größe definiert festlegbare Reibungskräfte erzeugt werden (die natürlich zusätzlich zu den Reibungskräften auf der anderen Seite des plattenförmigen Elementes 2 mit der dort liegenden Seitenfläche der Unterlage 1 und auf dessen Unterseite mit dem Boden der Vertiefung 3, zumindest in den seitlichen Bereichen, in denen eine Auflage stattfindet, hinzutreten).

Selbstverständlich können mehrerer solcher federnden Andruckstellen über die Länge des Elementes 2 auf einer Seite desselben oder auch auf beiden Seiten vorgesehen werden, desgleichen auch anderer geeignete federnde Andruckeinrichtungen, die ein Einstellen der insgesamt durch den Piezoaktuator 4 zu überwindenden Reibungskräfte gestatten.

Fig. 3 zeigt eine teilweise geschnittene perspektivische Prinzipdarstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung, die sich durch kleine und kompakte Größe, billige Herstellbarkeit und einem besonders ruhigen Lauf auszeichnet.

Hierbei ist die Unterlage 1 in Form eines im Querschnitt rechteckigen Hohlprofils (Führungsrohr) ausgeführt, das auch nach einer Seite (bei der zeichnerischen Darstellung nach Fig. 3: z. B. nach oben hin) offen sein und z. B. aus einem faserverstärkten Kunststoff bestehen kann.

Wie Fig. 3 zeigt, ist das zu verschiebende Element 2 in Form einer Platte ausgebildet, die dem Innenquerschnitt des Körpers bzw. der Unterlage 1 im wesentlichen angepaßt ist.

Dabei ist die vorgespannte Federeinrichtung, mit der sich das zu bewegende Element 2 an der Unterlage 1 abstützt, in Form von an zwei einander gegenüberliegenden Seiten am Außenumfang des plattenförmigen Elementes 2 angebrachten Federzungen 8 und 8' ausgebildet, die von einem sich jeweils über die Höhe dieser Seite erstreckenden Mittelstreifen 18 beidseits vorstehen, unter einer leichten Abwinkelung gegen die zugewandte Seitenfläche der Unterlage 1 geneigt verlaufen und sich dort an ihren freien Enden abstützen.

Das zu bewegende Element 2 weist eine Rundöffnung auf, z. B. zur Halterung einer Linse 19, beispielsweise mit einem Durchmesser von 15 mm.

Axial zu dem Element 2 um einen Abstand A versetzt ist ein zweites plattenförmiges Element 20 (aus Messing) mit gleicher Formgebung angebracht, das auf den Seiten, an denen sich bei dem plattenförmigen Element 2 die seitlichen Federzungen 8 befinden, keine Federzungen aufweist. Diese Seiten des Elements 20 befinden sich vielmehr nicht in Kontakt mit der zugewandten Seitenwand der Unterlage 1, sondern bilden zu dieser einen kleinen Spalt aus.

Die plattenförmigen Elemente 2 und 20 sind, wie dies Fig. 3 im einzelnen zeigt, an ihren den beiden zugewandten Seitenflächen der Unterlagen 1 benachbarten Endbereichen über zwei piezoelektrische Plattenaktuatoren 21 und 22 miteinander verbunden, wobei die Piezoaktuatoren 21 und 22 parallel zu den jeweiligen Seitenwänden der Unterlage 1 verlaufen und jeweils an ihren Endflächen in geeigneter Weise an den Elementen 2 bzw. 20 befestigt sind.

An der in Bewegungsrichtung vorne liegenden Fläche des plattenförmigen Elementes 2 ist ein Meßkopf 23 (z. B. eine Meßlichtschranke) angeordnet, der eine auf der zugewandten Bodenfläche 24 der Unterlage 1 in Verfahrrichtung der Anordnung angebrachte Codierung 25 (etwa in Form eines Strichcodes oder auch ein Maßband) abtasten kann.

Wie in Fig. 3 nur prinzipiell dargestellt, werden die elektrischen Impulse für die Piezoplatten 21, 22 von einer Regelelektrik 26 geliefert, die ihrerseits an eine mit dem Meßkopf 23 verbundenen Meßelektronik 35 angeschlossen ist, die das sinusförmige, vom Meßkopf gelieferte Wegmeßsignal triggert. Diese nur prinzipielle dargestellte Anordnung erlaubt es, z. B. eine durch ein nicht gezeigtes Gerät vorgebbare Sollposition für das zu verstellende Element 2 genau anzufahren.

In Fig. 4 ist schließlich ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Verstellvorrichtung in Form eines piezoelektrischen Linearantriebsmoduls gezeigt ist, der mit einem Wegmeßsystem gekoppelt. Zur Darstellung ist eine schräge Perspektive (mit einer Teilschnittdarstellung) gewählt.

Die Unterlage 1 ist hier plattenförmig ausgebildet und trägt, etwa mittig, eine Codierung 25 in Form eines Rastermaßstabs (z. B. mit einer Gitterkonstante von 20 µm).

Auf der Unterlage 1 ist eine im Querschnitt U-förmige Abdeckung 27 angebracht, die auf ihrer der Unterlage 1 gegenüberliegenden Seite von einem Längsschlitz 28 durchsetzt ist, der zu dem Codierstreifen 25 ausgerichtet verläuft.

Innerhalb des durch die Unterlage 1 und die Abdeckung 27 gebildeten geschlossenen Hohlquerschnitts ist ein zu bewegendes Element 2 vorgesehen, das über einen weiter unten noch näher zu beschreibenden piezoelektrischen Antrieb in Längsrichtung der Gesamtanordnung, also in Längsrichtung des Spaltes 28, verfahrbar ist. An der in Verfahrrichtung vorne liegenden Seite des Elementes 2 ist ein Meß- bzw. Lesekopf 23 zur Abtastung der Codierung 25 vorgesehen. Als ein solcher Meßkopf kann z. B. eine Reflexionslichtschranke oder ein optoelektronischer Sender und Empfänger eingesetzt werden.

Das Element 2 ist in seinem Querschnitt so ausgebildet, daß es im wesentlichen den freien Innenraum zwischen der Abdeckung 27 und der Unterlage 1 im Querschnitt ausfüllt und an seiner Oberseite mit einem in den Längsschlitz 28 hineinragenden und bevorzugt bis zur Außenoberfläche der entsprechenden Seite der Abdeckung 27 hin laufenden Blockvorsprung 29 versehen ist, in dem z. B. Innengewinde 30 zum Anschrauben irgendeines zu bewegenden Teiles außerhalb der gezeigten Gesamteinrichtung angebracht sind.

Wie aus der Darstellung der Fig. 4 ersichtlich ist, weist das den Verschiebekörper ausbildende Element 2 sowohl auf seiner dem Betrachter zugewandten Seite, wie auch auf seiner der Unterlage 1 zugewandten Seite Federelemente 8 bzw. 8' auf, die in Form von Federzungen ausgebildet sind, welche sich von einem Mittelstreifen 18 aus in Bewegungsrichtung und entgegen dieser erstrecken und jeweils über die entsprechende Vorder- bzw. Rückseite des Verschiebekörpers 2 überstehen. Diese Federzungen 8 bzw. 8' verlaufen dabei unter einem kleinen Winkel geneigt zu der zugewandten Anlagefläche (also zu dem betreffenden

Seitenschenkel der Abdeckung 27 bzw. zur Unterlage 1 hin), wo sie mit ihren Endbereichen unter federndem Andruck anliegen. Durch diese Anordnung der Federelemente 8 und 8' läßt sich eine vorzügliche spielfreie Verschiebelagerung des Verschiebekörpers 2 erreichen.

Der Antrieb des Verschiebekörpers 2 erfolgt über einen plattenförmigen Piezoaktuator 31, der auf der dem Meßkopf 25 gegenüberliegenden Seite des Verschiebekörpers 2 an diesem befestigt ist, parallel zur Unterlage 1 verläuft und an seinem freien Ende eine blockförmige Masse- bzw. einen Trägheitskörper 32 trägt, der seinerseits jedoch keine eigene federnde Abstützung gegenüber der Unterlage 1 bzw. den Seitenwänden der Abdeckung 27 aufweist (wie dies aus Fig. 4 auch entnehmbar ist), sondern frei am Ende des piezoelektrischen Aktuators 31 befestigt ist. Als Piezoaktuator 31 wird bevorzugt eine piezoelektrische Platte mit Ober- und Unterelektroden eingesetzt, bei deren Abmessungen die Länge z. B. 8 mm die Breite 16 mm und Dicke 0,5 mm betragen kann.

Der elektrische Piezoaktuator 31 und der Meßkopf 23 können über elektrische Verbindungen 33 angesteuert werden, die, wie Fig. 4 zeigt, auf der Oberseite des Verschiebekörpers 2 herausgeführt werden, und zwar in einem Spalt, der zwischen der einen Seite des Blockvorsprungs 29 und der zugewandten Seite des Längsschlitzes 28 ausgebildet ist.

Die Federzungen 8 und 8' sorgen für die gewünschte Reibkraft (was insbesondere bei einer Vertikalbewegung wichtig ist) und für eine spielfreie Führung des Verschiebekörpers innerhalb des von der Abdeckung 27 und der Unterlage 1 gebildeten Hohlraumes.

Die piezoelektrischen Linearantriebsmodule, wie sie in Fig. 3 oder in Fig. 4 dargestellt sind, eignen sich sehr gut zum Einsatz bei inkrementalen Wegmeßsystemen, wobei insbesondere auch die wegen der niedrigen Kosten für die Piezoplatte sehr preisgünstige Herstellung und die einfache konstruktive Lösung bemerkenswert sind. Beide Ausführungsformen arbeiten weitgehend lautlos, was ebenfalls einen großen Vorteil darstellt.

In Fig. 6 ist eine Prinzipdarstellung einer weiteren Verstellvorrichtung gezeigt, bei welcher der die Reibunterlage ausbildende Körper 1 als ein hülsenförmiges Rohr ausgebildet ist, wobei die Darstellung der Fig. 6 so vorgenommen ist, daß der hülsenförmige Körper 1 längs eines Durchmessers geschnitten ist, die darin befindliche Verstellvorrichtung jedoch nicht geschnitten dargestellt ist, wobei zudem alles in perspektivischer Darstellung erfolgt.

Als piezoelektrischer Aktuator ist hier ein scheibenförmiges Piezoelement 40 vorgesehen, das über (in Fig. 6 nur ganz schematisch eingezeichnete) Federelemente 41 sich auf der Innenfläche des hülsenförmigen Körpers 1 abstützt.

Das zu bewegende Element 2, welches bei der gezeigten Ausführungsform z. B. durch eine (dort nicht mehr dargestellte) Linsengruppe gebildet sein kann und seinerseits rohrförmig ausgebildet sowie konzentrisch innerhalb des hülsenförmigen Körpers 1 angeordnet ist, ist seinerseits über ein elastisches Koppelglied 42 mit den scheibenförmigen Piezoelement 40 zentral verbunden, wobei auf der gegenüberliegenden axialen Seite des Piezoelementes 40 an diesem noch eine Zusatzmasse 45 angebracht ist (die, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel gezeigt, auch in einem Endabschnitt des rohrförmigen Körpers 2 bestehen kann, der durch den scheibenförmigen Piezoaktuator 40 hindurchgeführt ist und auf dessen gegenüberliegender Seite übersteht.

Zur Führung und Unterstützung des Körpers 2 bzw. der diesen ausbildenden Linsengruppe dient eine Führungsscheibe 43, die über ein oder mehrere Federelemente 44 radial außen sich gegenüber der Innenseite des hülsenförmigen Körpers 1 abstützt.

Der hier eingesetzte scheibenförmige Piezoaktuator 40 bewirkt eine translatorische Bewegung des Systems, das aus ihm, der Masse 45, dem elastischen Koppelglied 42, der angeschlossenen Linsengruppe 2 und der Führungsscheibe 43 sowie den Federelementen 41 und 44 besteht.

Die an den scheibenförmigen Piezoaktuator 40 angeschlossene Masse 45 weist eine Größe auf, die etwa 50% der Masse des scheibenförmigen Piezoaktuators 40 und des elastischen Kopfgliedes 42 entspricht.

Der scheibenförmige Piezoaktuator 40 wird, wie dies in Fig. 6 nur ganz prinzipiell dargestellt ist, über elektrische Anschlüsse 46 angesteuert, zwischen denen eine Spannung U_A anliegt, die in Form definierter positiver oder negativer Spannungsimpulse zu einer beschleunigten Verbiegung des scheibenförmigen Piezoaktuators 40 führt. Dabei erfolgt z. B. eine Verbiegung desselben in -x – Richtung, was infolge der Trägheit des scheibenförmigen Piezoaktuators 40 in Verbindung mit der Masse 45 und der Wirkung der Federelemente 41 eine Bewegung des Systems in +x – Richtung bewirkt. Bei einer Umpolung der Spannung wird in analoger Weise eine Bewegung der Linsengruppe 2 in Gegenrichtung erzeugt.

Patentanwälte
GEY[redacted], FEHNERS & PARTNER (G.b.R.)
European Patent Attorneys
MÜNCHEN – JENA

Büro München / *Munich Offices:* Perhamerstraße 31 · D-80687 München
Telefon: (089) 5 46 15 20 · Telefax: (089) 5 46 03 92 · Telex: 5 218 915 gefe d · Telegramme: gefepat muenchen
Büro Jena / *Jena Offices:* Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (03641) 2 91 50 · Telefax: (03641) 29 15 21

CARL ZEISS JENA GmbH
(Pat 1250/81-99)

16. März 2000
A/11/mh

Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente (2) von optischen Systemen oder von Meßsystemen, wobei das zu verschiebende Element (2) auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung (x) mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung (4, 5, 6; 21, 22; 31) bewegbar ist, die von dem Element (2) getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, daß sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes (2) auf der Unterlage (1) Stoßimpulse auf dieses ausübt, wobei das Element (2) in einem Körper (1; 27), der einen offenen oder einen geschlossen Hohlquerschnitt aufweist, angebracht ist und sich an diesem an mindestens einer Stelle unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung (8, 8'; 15, 16) reibschlüssig abstützt.

2. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Körper (1; 27) einen U-förmigen Querschnitt oder einen kreisförmigen Hohlquerschnitt aufweist.

3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der das Element eine Platte (2) aufweist, deren Form dem Innenquerschnitt des Körpers (1; 27) im wesentlichen angepaßt ist und bei der die vorgespannte Federeinrichtung aus einem zumindest teilweise längs des Außenumfangs der Platte (2) verlaufenden Streifen (18) besteht, der seitlich bevorzugt über die Vorder- und die Rückseite der Platte (2) vorstehende, im Abstand zueinander angebrachte Federzungen (8, 8') aufweist, die vom Streifen (18) ausgehend in Richtung zu der zugeordneten Innenwand des Körpers (1; 27) schräg verlaufen und an dieser unter Federdruck anliegen.

4. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, bei welcher eine weitere, parallel zu dem zu verschiebenden Element (2) angeordnete zweite Platte (20) vorgesehen ist, deren Form ebenfalls im wesentlichen der Innenform des Hohlquerschnitts des Körpers (1) entspricht, die aber mit keiner Federeinrichtung versehen und mit dem zu verschiebenden Element (2) über einen rohrförmigen Piezoaktuator verbunden ist.

5. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, bei der in der Nähe der beiden Seiten (18), an denen die Federzungen (8) angebracht sind, jeweils ein sich parallel zur jeweiligen Seitenfläche des Körpers

(1) erstreckender piezoelektrischer Plattenaktuator (21, 22) mit jeweils einem seiner Enden befestigt ist, wobei die beiden freien Enden der beiden piezoelektrischen Plattenaktuatoren (21, 22) wiederum an einer parallel zu dem zu verschiebenden Element (2) liegenden zweiten Platte (20) befestigt sind, deren Form ebenfalls im wesentlichen der Innenform des Hohlquerschnitts des Körpers (1; 27) entspricht, die aber mit keiner Federeinrichtung versehen ist.

6. Verstellvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, bei der das Element in Form einer Platte (2) und/oder die zweite Platte (20) eine Aufnahme zur Halterung einer Linse (19) aufweisen.

7. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der an dem zu verschiebenden Element (2), bevorzugt an dessen in der vorgegebenen Richtung vorne oder hinten liegenden Abschlußfläche, ein Meßkopf (23) zum Abtasten eines Maßbandes (25), eines Strichcodes o. ä. angebracht ist.

8. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher der Körper aus einer Platte (2) besteht, auf deren beiden Plattenfläche jeweils ein sich im wesentlichen senkrecht zur jeweiligen Plattenfläche angeordneter plattenförmiger Piezoaktuator (4) befestigt ist, der bei Beaufschlagung mit seinem von der Platte (2) vorstehenden Ende in der gewünschten Bewegungsrichtung der Platte (2) auslenkbar ist.

9. Verstellvorrichtung nach Anspruch 8, bei der an den freien Enden der beiden Plattenaktuatoren (4) jeweils ein Massekörper (5, 6) befestigt ist.

10. Verstellvorrichtung nach Anspruch 9, bei welcher sowohl die beiden Plattenaktuatoren (4), wie auch die an ihren freien Enden angebrachten Massenkörper (5, 6) eine zur Längsmittelebene der Platte (2) symmetrische Anordnung aufweisen.

11. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei welcher die beiden Piezoaktuatoren von einem durch die Platte (2) hindurch geführten Plattenaktuator (4) gebildet werden.

12. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das zu verschiebende Element (2) in wesentlichem rohrförmig ausgebildet ist, konzentrisch in dem ebenfalls rohrförmig ausgebildeten Körper (1) angeordnet ist und an seinem einen axialen Ende an einer radial vergrößerten Führungsscheibe (43) befestigt ist, die sich unter Zwischenschaltung mindestens eines Federelementes (44) auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers (1) abstützt, und wobei der piezoelektrische Aktuator als scheibenförmiger Piezoaktuator (40) ausgebildet ist, der sich seinerseits unter Zwischenschaltung mindestens eines Federelementes (41) auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers (1) abstützt.

13. Verstellvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der scheibenförmige Piezoaktuator (40) auf seiner einen Seite axial über ein elastisches rohrförmiges Koppelglied (42) an das zu verschiebende Element (2) angeschlossen ist.

14. Verstellvorrichtung nach Anspruch 13, bei welcher der scheibenförmige Piezoaktuator (40) auf seiner dem zu bewegenden Element (2) gegenüberliegenden Seite eine konzentrisch an ihm angeordnete Masse (45) trägt.

Patentanwälte
GEY[redacted]FEHNERS & PARTNER (G.b.R[redacted]
European Patent Attorneys
MÜNCHEN – JENA

Büro München / *Munich Offices:* Perhamerstraße 31 · D-80687 München
Telefon: (089) 5 46 15 20 · Telefax: (089) 5 46 03 92 · Telex: 5 218 915 gefe d · Telegramme: gefepat muenchen
Büro Jena / *Jena Offices:* Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (0 36 41) 2 91 50 · Telefax: (0 36 41) 29 15 21

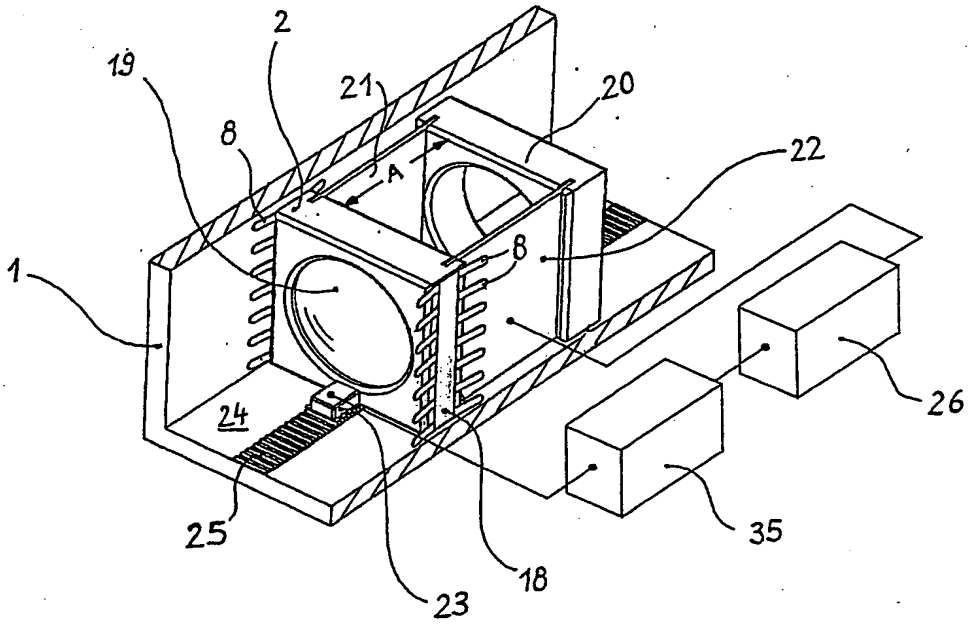
CARL ZEISS JENA GmbH
(Pat 1250/81-99)

16. März 2000
A/11/mh

Zusammenfassung

Bei einer Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente (2) von optischen Systemen oder von Meßsystemen, bei der das zu verschiebende Element auf einer Unterlage (1) längs einer vorgegebenen Richtung (x) mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung (21, 22) bewegbar ist, die von dem Element (2) getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, daß sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes (2) auf der Unterlage (1) Stoßimpulse auf diese ausübt, ist das Element (2) in einem Körper (1; 27) angebracht, der einen offen oder einen geschlossenen Hohlquerschnitt aufweist, und stützt sich an diesem an mindestens einer Stelle unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung (8, 8') reibschlüssig ab.

(Fig. 3)


19
2
21
20
8
A
22
8
1
24
25
23
18
35
26

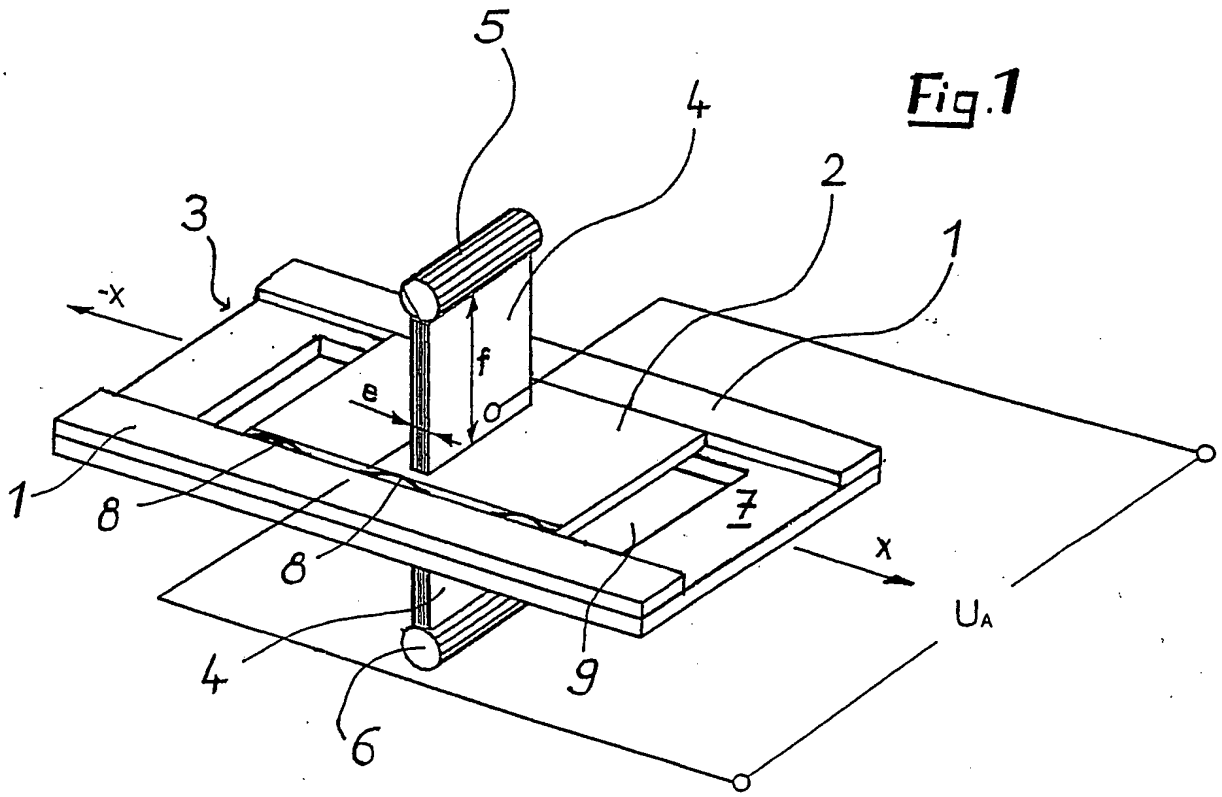


Fig.1

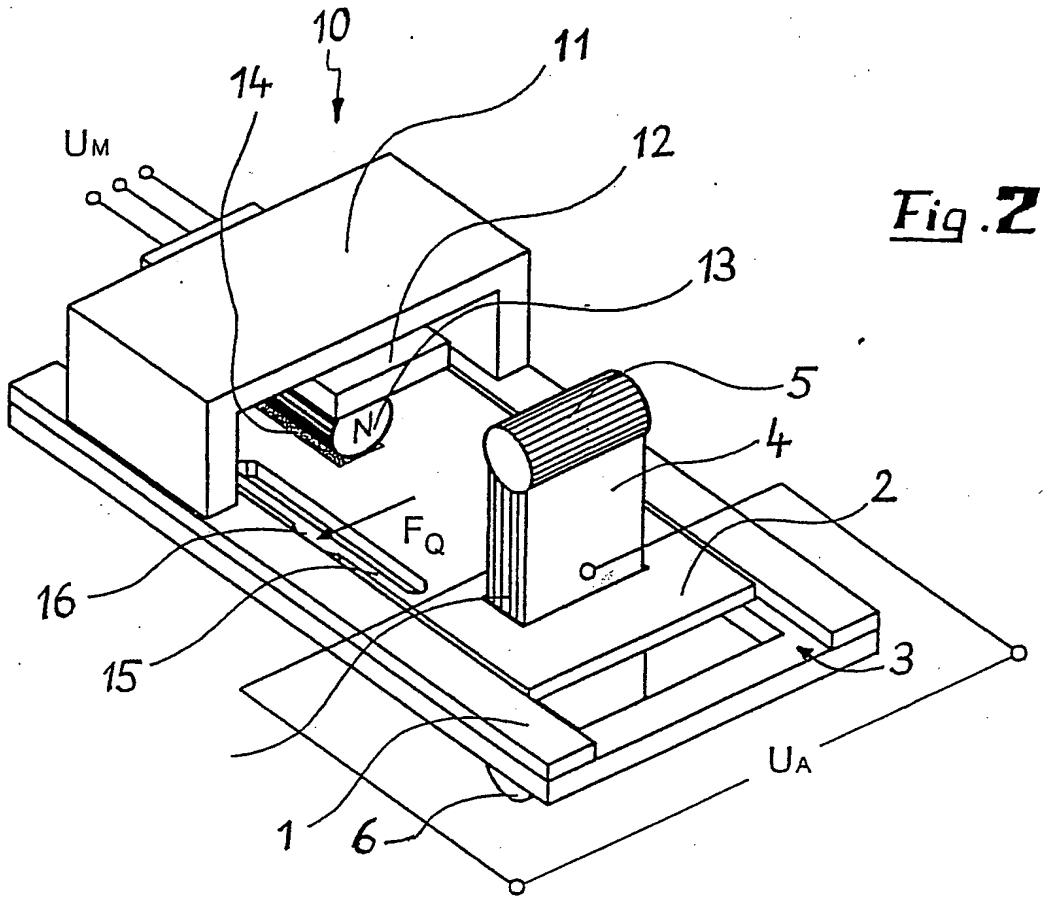


Fig.2

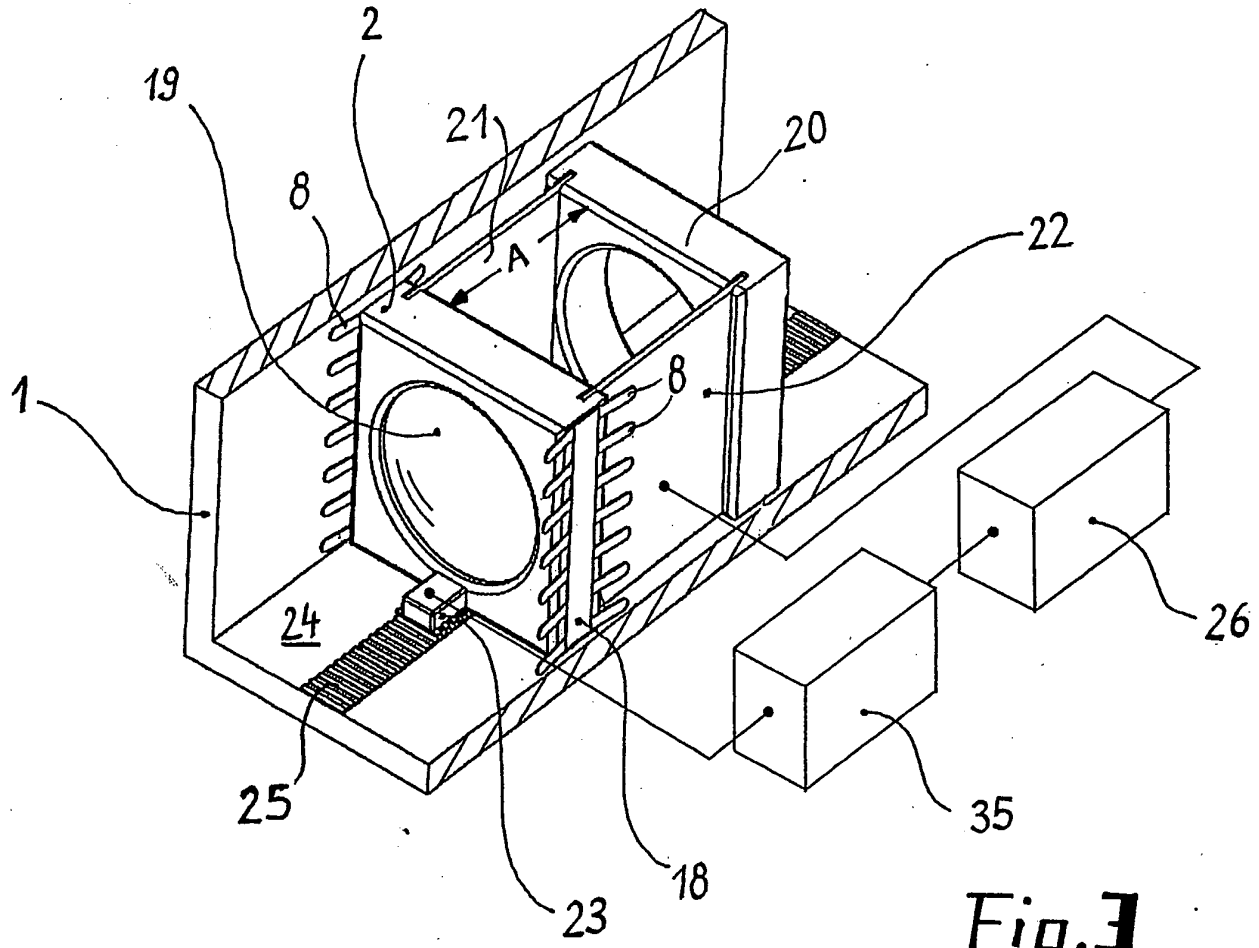


Fig.3

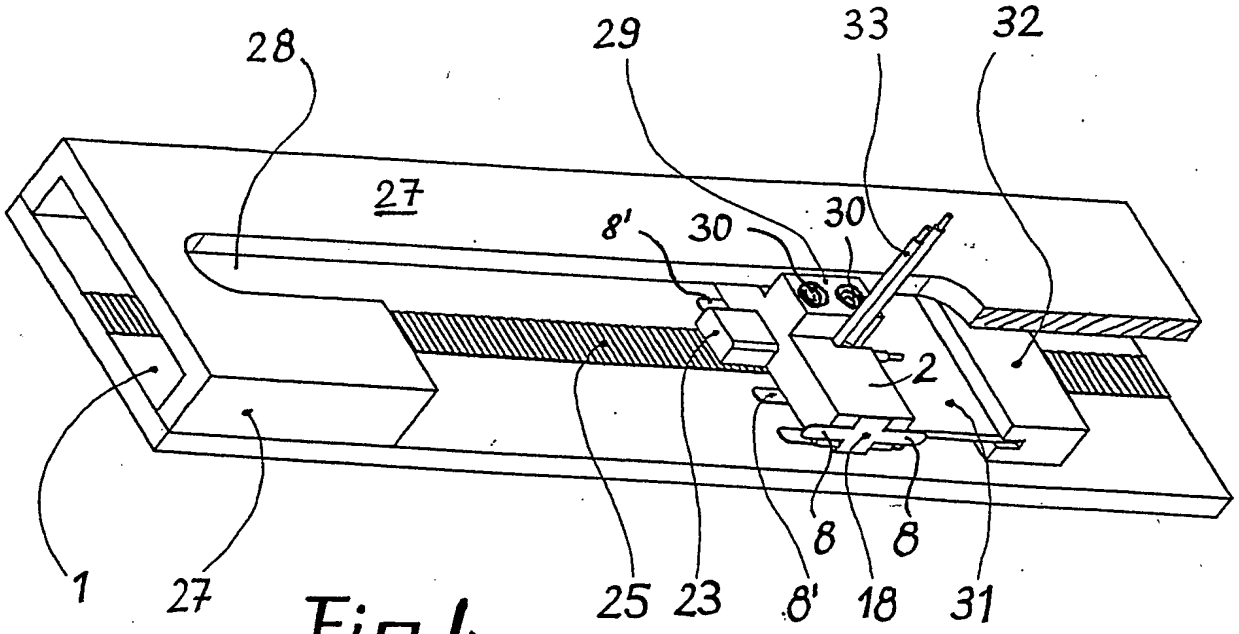


Fig.4

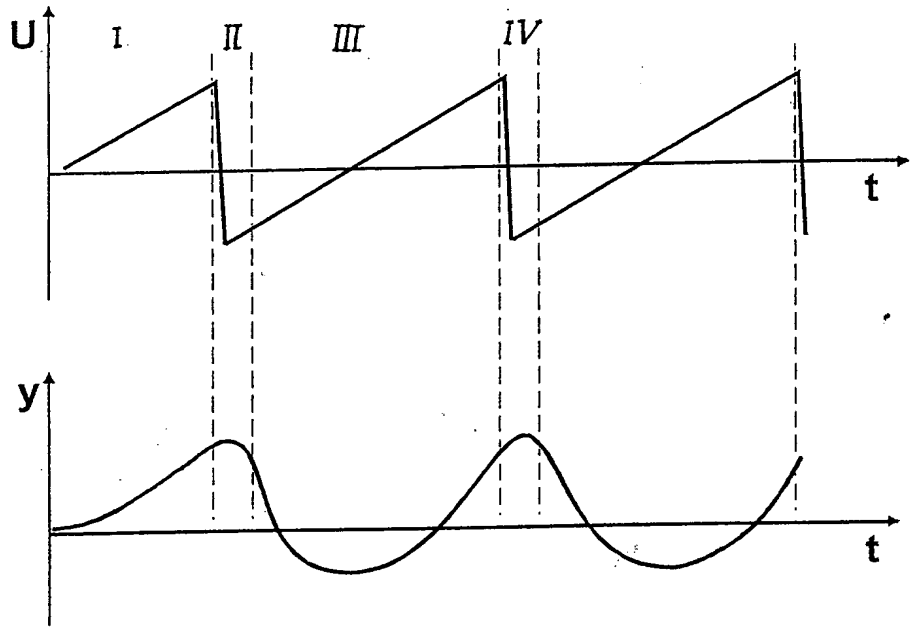


Fig.5

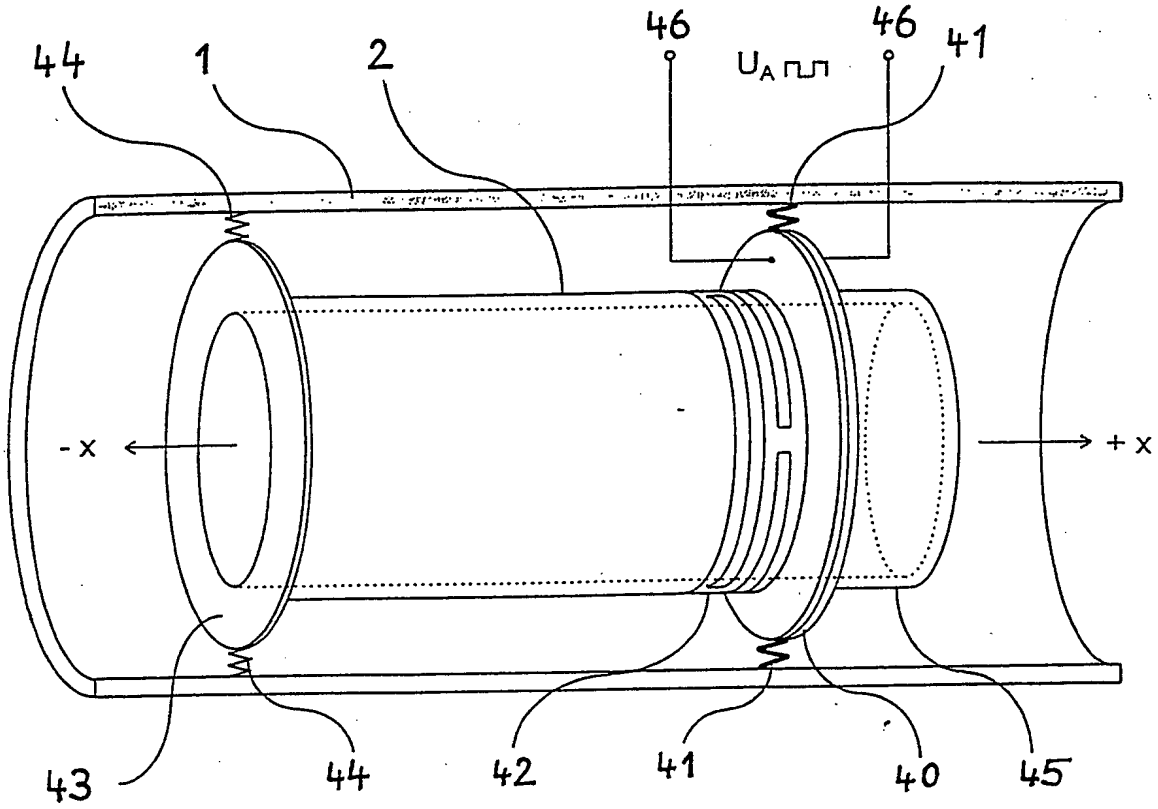


Fig.6

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. September 2001 (20.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/69297 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G02B 15/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/02921

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2001 (15.03.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 12 751.7 16. März 2000 (16.03.2000) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CARL ZEISS JENA GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BARTZKE, Karlheinz** [DE/DE]; Mosslerstrasse 4/102, 99867 Gotha (DE). **MACK, Stefan** [DE/DE]; Breite Str. 16, 07749 Jena (DE). **BURKHARDT, Matthias** [DE/DE]; Dorfstrasse 28, 07768 Eichenberg (DE). **HARTMANN, Thomas** [DE/DE]; Höhenweg 3, 07749 Jena (DE). **STEINER, Reinhard** [DE/DE]; Homberger Ring 11a, 07646 Stadtroda (DE). **DITTRICH, Peter** [DE/DE]; Friedrich-Körner-Strasse 9, 07745 Jena (DE). **KLOPFLEISCH, Karl-Heinz** [DE/DE]; Bertolt-Brecht-Str. 31, 07745 Jena (DE).

(81) Bestimmungsstaat *(national)*: US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:
— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** ADJUSTING DEVICE FOR DISPLACING INDIVIDUAL ELEMENTS OF OPTICAL SYSTEMS OR OF MEASURING SYSTEMS

(54) **Bezeichnung:** VERSTELLVORICHTUNG ZUM VERSCHIEBEN EINZELNER ELEMENTE VON OPTISCHEN SYSTEMEN ODER VON MESSSYSTEMEN

(57) **Abstract:** The invention relates to an adjusting device for displacing individual elements (2) of optical systems or of measuring systems. According to the invention, the element to be displaced can be moved along a support (1) in a predefined direction (x) using a piezoelectric actuator assembly (21, 22) that is supported by the element (2). Said actuator assembly is configured and can be controlled in such a way that it exerts shock impulses on the support (1) to execute a step-by-step displacement of the element (2) on said support. The invention is characterised in that the element (2) is mounted in a body (1; 27) which has an open or closed hollow profile and is supported against said body, at least at one point, by the interposition of a spring-loaded spring device (8, 8').

(57) **Zusammenfassung:** Bei einer Verstellvorichtung zum Verschieben einzelner Elemente (2) von optischen Systemen oder von Messsystemen, bei der das zu verschiebende Element auf einer Unterlage (1) längs einer vorgegebenen Richtung (x) mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung (21, 22) bewegbar ist, die von dem Element (2) getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, dass sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes (2) auf der Unterlage (1) Stossimpulse auf diese ausübt, ist das Element (2) in einem Körper (1; 27) angebracht, der einen offen oder einen geschlossenen Hohlquerschnitt aufweist, und stützt sich an diesem an mindestens einer Stelle unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung (8, 8') reibschlüssig ab.

WO 01/69297 A2

09/980722

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. September 2001 (20.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/69297 A3

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: H01L 41/09, G02B 07/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/02921

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2001 (15.03.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 12 751.7 16. März 2000 (16.03.2000) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CARL ZEISS JENA GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BARTZKE, Karlheinz** [DE/DE]; Mosslerstrasse 4/102, 99867 Gotha (DE). **MACK, Stefan** [DE/DE]; Breite Str. 16, 07749 Jena (DE). **BURKHARDT, Matthias** [DE/DE]; Dorfstrasse 28, 07768 Eichenberg (DE). **HARTMANN, Thomas** [DE/DE]; Höhenweg 3, 07749 Jena (DE). **STEINER, Reinhard** [DE/DE]; Homberger Ring 11a, 07646 Stadtroda (DE). **DITTRICH, Peter** [DE/DE]; Friedrich-Körner-Strasse 9, 07745 Jena (DE). **KLOPFLEISCH, Karl-Heinz** [DE/DE]; Bertolt-Brecht-Str. 31, 07745 Jena (DE).

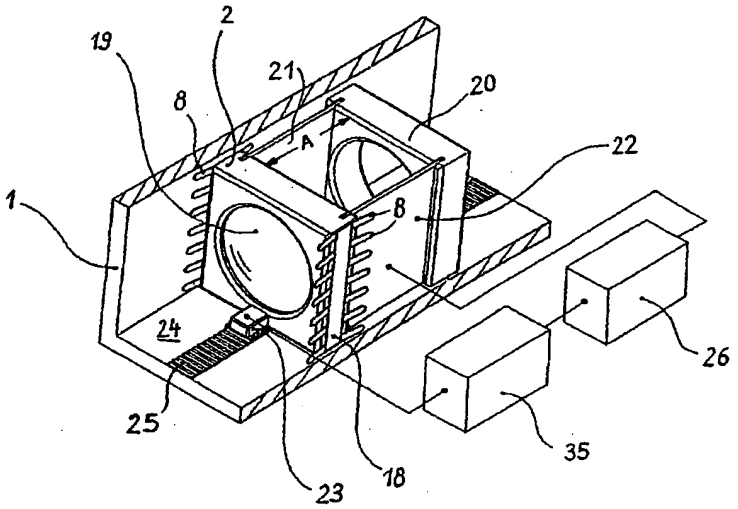
(81) Bestimmungsstaat *(national)*: US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ADJUSTING DEVICE FOR DISPLACING INDIVIDUAL ELEMENTS OF OPTICAL SYSTEMS OR OF MEASURING SYSTEMS

(54) **Bezeichnung:** VERSTELLVORICHTUNG ZUM VERSCHIEBEN EINZELNER ELEMENTE VON OPTISCHEN SYSTEMEN ODER VON MESSSYSTEMEN



(57) **Abstract:** The invention relates to an adjusting device for displacing individual elements (2) of optical systems or of measuring systems. According to the invention, the element to be displaced can be moved along a support (1) in a predefined direction (x) using a piezoelectric actuator assembly (21, 22) that is supported by the element (2). Said actuator assembly is configured and can be controlled in such a way that it exerts shock impulses on the support (1) to execute a step-by-step displacement of the element (2) on said support. The invention is characterised in that the element (2) is mounted in a body (1; 27) which has an open or closed hollow profile and is supported against said body, at least at one point, by the interposition of a spring-loaded spring device (8, 8').

WO 01/69297 A3

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 24. Januar 2002

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Verstellvorichtung zum Verschieben einzelner Elemente (2) von optischen Systemen oder von Messsystemen, bei der das zu verschiebende Element auf einer Unterlage (1) längs einer vorgegebenen Richtung (x) mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung (21, 22) bewegbar ist, die von dem Element (2) getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, dass sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes (2) auf der Unterlage (1) Stossimpulse auf diese ausübt, ist das Element (2) in einem Körper (1; 27) angebracht, der einen offen oder einen geschlossenen Hohlquerschnitt

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/02921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L41/09 G02B7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 237 238 A (BERGHAUS THOMAS ET AL) 17 August 1993 (1993-08-17) cited in the application column 8, line 1 -column 9, line 14; figures 1-6 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 10, 31 August 1999 (1999-08-31) & JP 11 146668 A (MINOLTA CO LTD), 28 May 1999 (1999-05-28) abstract ---	1
P,A	& US 6 153 963 A 28 November 2000 (2000-11-28) column 4, line 60 -column 7, line 15; figures 2-6 --- -/--	1

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 October 2001	26/10/2001

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Sarneel, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter ional Application No
PCI/EP 01/02921

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate. of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 675 589 A (MINOLTA CO LTD) 4 October 1995 (1995-10-04) page 8, line 41 -page 9, line 50	1
A	US 5 751 090 A (HENDERSON DAVID A) 12 May 1998 (1998-05-12) the whole document	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

formation on patent family members

Inter ional Application No
PCT/EP 01/02921

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5237238	A	17-08-1993	DE	4023311 A1	23-01-1992
			FR	2665033 A1	24-01-1992
			GB	2246236 A ,B	22-01-1992
			JP	6317681 A	15-11-1994
			JP	7119814 B	20-12-1995
JP 11146668	A	28-05-1999	US	6153963 A	28-11-2000
EP 0675589	A	04-10-1995	JP	7274543 A	20-10-1995
			JP	3180557 B2	25-06-2001
			JP	7274544 A	20-10-1995
			JP	7274545 A	20-10-1995
			JP	7274546 A	20-10-1995
			JP	3170999 B2	28-05-2001
			JP	7298654 A	10-11-1995
			JP	3171000 B2	28-05-2001
			JP	7298656 A	10-11-1995
			JP	3171022 B2	28-05-2001
			JP	8070586 A	12-03-1996
			JP	3168843 B2	21-05-2001
			JP	8107684 A	23-04-1996
			JP	3141714 B2	05-03-2001
			JP	8149860 A	07-06-1996
			DE	69522027 D1	13-09-2001
			EP	0675589 A1	04-10-1995
			US	5589723 A	31-12-1996
US 5751090	A	12-05-1998	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/02921

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L41/09 G02B7/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 237 238 A (BERGHAUS THOMAS ET AL) 17. August 1993 (1993-08-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 8, Zeile 1 -Spalte 9, Zeile 14; Abbildungen 1-6 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 10, 31. August 1999 (1999-08-31) & JP 11 146668 A (MINOLTA CO LTD), 28. Mai 1999 (1999-05-28) Zusammenfassung ---	1
P,A	& US 6 153 963 A 28. November 2000 (2000-11-28) Spalte 4, Zeile 60 -Spalte 7, Zeile 15; Abbildungen 2-6 ---	1

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
°A° Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
°E° älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
°L° Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
°O° Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
°P° Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
°T° Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
°X° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
°Y° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
°&° Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Oktober 2001	26/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Sarneel, A

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/02921

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 675 589 A (MINOLTA CO LTD) 4. Oktober 1995 (1995-10-04) Seite 8, Zeile 41 -Seite 9, Zeile 50 ---	1
A	US 5 751 090 A (HENDERSON DAVID A) 12. Mai 1998 (1998-05-12) das ganze Dokument -----	1

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/02921

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5237238 A	17-08-1993	DE	4023311 A1	23-01-1992
		FR	2665033 A1	24-01-1992
		GB	2246236 A ,B	22-01-1992
		JP	6317681 A	15-11-1994
		JP	7119814 B	20-12-1995
JP 11146668 A	28-05-1999	US	6153963 A	28-11-2000
EP 0675589 A	04-10-1995	JP	7274543 A	20-10-1995
		JP	3180557 B2	25-06-2001
		JP	7274544 A	20-10-1995
		JP	7274545 A	20-10-1995
		JP	7274546 A	20-10-1995
		JP	3170999 B2	28-05-2001
		JP	7298654 A	10-11-1995
		JP	3171000 B2	28-05-2001
		JP	7298656 A	10-11-1995
		JP	3171022 B2	28-05-2001
		JP	8070586 A	12-03-1996
		JP	3168843 B2	21-05-2001
		JP	8107684 A	23-04-1996
		JP	3141714 B2	05-03-2001
		JP	8149860 A	07-06-1996
		DE	69522027 D1	13-09-2001
		EP	0675589 A1	04-10-1995
		US	5589723 A	31-12-1996
US 5751090 A	12-05-1998	KEINE		

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. September 2001 (20.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/69297 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G02B 15/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/02921

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2001 (15.03.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 12 751.7 16. März 2000 (16.03.2000) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CARL ZEISS JENA GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BARTZKE, Karlheinz** [DE/DE]; Mosslerstrasse 4/102, 99867 Gotha (DE). **MACK, Stefan** [DE/DE]; Breite Str. 16, 07749 Jena (DE). **BURKHARDT, Matthias** [DE/DE]; Dorfstrasse 28, 07768 Eichenberg (DE). **HARTMANN, Thomas** [DE/DE]; Höhenweg 3, 07749 Jena (DE). **STEINER, Reinhard** [DE/DE]; Homberger Ring 11a, 07646 Stadtroda (DE). **DITTRICH, Peter** [DE/DE]; Friedrich-Körner-Strasse 9, 07745 Jena (DE). **KLOPFLEISCH, Karl-Heinz** [DE/DE]; Bertolt-Brecht-Str. 31, 07745 Jena (DE).

(81) Bestimmungsstaat *(national)*: US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:
— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ADJUSTING DEVICE FOR DISPLACING INDIVIDUAL ELEMENTS OF OPTICAL SYSTEMS OR OF MEASURING SYSTEMS

(54) Bezeichnung: VERSTELLVORICHTUNG ZUM VERSCHIEBEN EINZELNER ELEMENTE VON OPTISCHEN SYSTEMEN ODER VON MESSSYSTEMEN

(57) Abstract: The invention relates to an adjusting device for displacing individual elements (2) of optical systems or of measuring systems. According to the invention, the element to be displaced can be moved along a support (1) in a predefined direction (x) using a piezoelectric actuator assembly (21, 22) that is supported by the element (2). Said actuator assembly is configured and can be controlled in such a way that it exerts shock impulses on the support (1) to execute a step-by-step displacement of the element (2) on said support. The invention is characterised in that the element (2) is mounted in a body (1; 27) which has an open or closed hollow profile and is supported against said body, at least at one point, by the interposition of a spring-loaded spring device (8, 8').

(57) Zusammenfassung: Bei einer Verstellvorichtung zum Verschieben einzelner Elemente (2) von optischen Systemen oder von Messsystemen, bei der das zu verschiebende Element auf einer Unterlage (1) längs einer vorgegebenen Richtung (x) mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung (21, 22) bewegbar ist, die von dem Element (2) getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, dass sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes (2) auf der Unterlage (1) Stossimpulse auf diese ausübt, ist das Element (2) in einem Körper (1; 27) angebracht, der einen offen oder einen geschlossenen Hohlquerschnitt aufweist, und stützt sich an diesem an mindestens einer Stelle unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung (8, 8') reibschlüssig ab.

WO 01/69297 A2

Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen, wobei das zu verschiebende Element auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung bewegbar ist.

Verstellvorrichtungen, die zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung dienen, werden auf verschiedenen Gebieten, so z. B. bei optischen Geräten (zum Verschieben von Linsen oder von Blenden im Millimeterbereich oder in einem noch kleineren Verstellbereich) oder auch bei Präzisionsmeßgeräten zum Positionieren von Objekten mit Nanometer-Präzision eingesetzt.

Hierfür ist eine Vielzahl von Antriebsanordnungen bekannt, bei denen der Antrieb auf pneumatischem oder hydraulischem Weg oder elektromotorisch erfolgt. Als besonders geeignet haben sich jedoch Geräte erwiesen, bei denen mit einem piezoelektrischen Antrieb gearbeitet wird.

So ist aus der DE 36 10 540 C ein Mikromanipulator zur Mikrobewegung von Objekten bekannt, bei dem zur Erzeugung der Mikrobewegung aus piezoelektrischem Werkstoff bestehende Hohlzylinder eingesetzt werden, die sich unter Spannung verbiegen und auf diese Weise eine schrittweise Verschiebung des auf dem Hohlzylinder aufliegenden Objektes bewirken. Allerdings sind diese Objektbewegungen nicht reproduzierbar und lassen sich daher für bestimmt Anwendungen, z. B. in der Mikroskopie, nicht anwenden. Zudem werden mit dieser bekannten Anordnung auch nur relativ geringe Stellwege erreicht.

In der DE 40 23 311 A ist eine Verstellvorrichtung für Mikrobewegungen beschrieben, bei welcher der Antrieb mittels eines den Schereffekt nutzenden Piezowandlers erreicht wird, wobei die diesen Piezowandler umfassenden Antriebselemente nicht nur die Bewegung des gegen sie anliegenden

Objektes bewirken, sondern zusätzlich dieses auch noch in Bewegungsrichtung führen. Dabei wird das Objekt mittels einer Andrückeinrichtung mit einer vorgegebenen Kraft gegen das (Piezo-) Antriebselement angedrückt. Der Antrieb kann dabei in der Form erfolgen, daß der Piezowandler die Scherbewegung langsam ausführt und das aufliegende Objekt dabei mitnimmt, während die Rückstellbewegung des Piezowandlers unter Überwindung der Reibung zwischen diesen und dem Objekt rasch durchgeführt wird. Gleichermaßen kann aber auch der Piezowandler umgekehrt angesteuert werden, nämlich daß zunächst eine schnelle Scherbewegung (unter Überwindung der Reibung) ausgeführt wird, bei der sich das Objekt infolge seiner Trägheit nicht bewegt, wonach dann eine langsame Rückstellbewegung erfolgt, bei der das Objekt in dieser Rückstellrichtung mitgenommen wird. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, mit diesem bekannten Antrieb das Objekt nicht nur in einer Richtung, sondern auch in der Gegenrichtung zu bewegen. Dabei weisen die (Piezo-) Antriebselemente an ihrer Oberseite Auflagen auf, die mit Kugelsitzen für Kugeln versehen sind, wobei auf den Kugeln das bewegliche Objekt aufliegt. Nachteilig ist dabei, daß durch die Gleitreibung an den Kugelelementen Abtrieb entsteht, wodurch bei längerer Einsatzdauer die Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird. Auch ist die erzielbare Verstellgeschwindigkeit des Objektes relativ gering.

Schließlich ist aus der DE 691 25 974 T2 wie auch aus der US 5,225,941 A eine Antriebsvorrichtung für ein Objekt bekannt, das gleitend auf einer Stange geführt ist, die ihrerseits mit einem Piezoaktuator zu einer in ihrer Längsrichtung verlaufenden Expansion bzw. Kontraktion angeregt werden kann. Auch hier kann eine langsame Expansion und eine rasche Kontraktion der Stange durch eine geeignete Ansteuerung des Piezoaktuators erreicht werden mit der Folge, daß bei der langsamen Expansion das Objekt infolge der Reibkräfte mitgenommen wird, hingegen bei der raschen Kontraktion unter Überwindung der Reibkräfte das Objekt infolge seiner Massenträgheit am Platz verbleibt. Dadurch ist eine schrittweise Fortbewegung des Objektes in Längsrichtung möglich, wobei bei einer gegenläufigen Ansteuerung des Piezoelementes (zu einer raschen Expansion und einer langsamen Kontraktion) auch ein Antrieb in Gegenrichtung erfolgen kann. Der konstruktive Aufwand ist bei dieser bekannten Konstruktion jedoch vergleichsweise hoch und es muß eine Vielzahl von einzelnen Anordnungselementen vorgesehen werden. Zudem ist auch der Verstellbereich zwischen den beiden Lagerstellen der Verschiebestange im Hinblick auf größere Verstellwege relativ begrenzt.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, für optische Systeme oder für Meßsysteme eine verbesserte Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Element vorzuschlagen, die eine besonders rasche Verstellmöglichkeit über einen weiten Verstellweg bei stets größter Präzision gewährleistet und dabei preisgünstig herstellbar und einfach aufgebaut ist.

Erfindungsgemäß wird dies erreicht durch eine Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente von optischen Systemen oder von Meßsystemen, wobei das zu verschiebende Element

auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung bewegbar ist, die von dem Element getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, daß sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes auf der Unterlage Stoßimpulse auf dieses ausübt, wobei das Element in einem Körper, der einen offenen oder einen geschlossen Hohlquerschnitt aufweist, angebracht ist und sich an diesem an mindestens einer Stelle unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung reibschlüssig abstützt. Bevorzugt weist dabei der Körper einen U-förmigen Querschnitt oder einen kreisförmigen Hohlquerschnitt auf.

Bei der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung wird die piezoelektrische Aktuatoranordnung von dem zu verschiebenden Element selbst getragen und ist so ausgebildet und ansteuerbar, daß durch die piezoelektrischen Auslenkungen Stoßimpulse auf das Element selbst ausgeübt werden. Durch die aufgrund dieser Stoßimpulse an dem Element wirkenden Stoßkräfte kann dieses, wenn dabei die Reibung zwischen dem Element und seiner Unterlage überschritten wird, schrittweise in einer der Richtung der Stoßimpulse entsprechenden Richtung fortbewegt werden. Dadurch, daß der piezoelektrische Aktuator aber von dem Element selbst getragen wird, bedeutet dies, daß das Element alle Einrichtungen seines piezoelektrischen Antriebs selbst trägt, weshalb es im Grundsatz einen beliebig großen Verstellbereich hat. Denn solange der piezoelektrische Aktuator seine Stoßimpulse abgibt, solange kann grundsätzlich das Element in der betreffenden Richtung bewegt werden, so daß bei Einsatz der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung auch ein sehr großer Verstellweg ohne weiteres realisierbar ist.

Durch die reibschlüssige Abstützung des Körpers an mindestens einer Stelle seiner Unterlage unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung wird zunächst eine Reibkraft erzeugt, die im ausgestalteten Zustand der Aktuatoranordnung zu einer guten Lagefixierung des zu bewegenden Elementes dient und sicherstellt, daß eine einmal erreichte Lage sich nicht unerwünschterweise wieder ändert. Damit ist es auch möglich, mit der erfindungsgemäßen Verstellanordnung auch Verstellbewegungen in Richtung der oder unter einer Neigung zur Schwerkraft durchzuführen, somit z. B. zur Verstellung eines Elementes in einem senkrecht verlaufenden Rohr von unten nach oben (oder auch umgekehrt). Durch die Feder kann unschwer sichergestellt werden, daß das Element dann bei Erreichen einer bestimmten Verstellposition auch in dieser verbleibt, selbst wenn die Schwerkraft laufend wirkt, wobei dabei sowohl in aufsteigender, wie auch in absteigender Richtung gleich große Stellschritte erzielt werden können. Voraussetzung ist hier lediglich, daß die auftretende Reibkraft in jedem Fall größer ist als die maximale Lastkraft des Aktuators.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung weist das zu verschiebende Element eine Platte auf, deren Form dem Innenquerschnitt des Körpers im wesentlichen angepaßt ist und bei der die vorgespannte Federeinrichtung aus einem zumindest teilweise längs des Außenumfangs der Platte verlaufenden Streifen besteht, der seitlich, bevorzugt

über die Vorder- und die Rückseite der Platte vorstehende, im Abstand zueinander angebrachte Federzungen aufweist, die vom Streifen ausgehend in Richtung zu der zugeordneten Innenwand des Körpers schräg verlaufen und an dieser unter Federdruck anliegen. Besonders bevorzugt ist dabei auch noch eine weitere, parallel zu dem verschiebenden Element angeordnete zweite Platte vorgesehen, deren Form ebenfalls im wesentlichen der Innenform des Hohlquerschnitts des Körpers entspricht, die aber mit keiner Federeinrichtung versehen und mit dem zu verschiebenden Element über einen rohrförmigen Piezoaktuator verbunden ist.

Alternativ hierzu kann zwischen den beiden Platten anstelle des rohrförmigen Piezoaktuators aber auch vorgesehen werden, daß in der Nähe der beiden Seiten, an denen die Federzungen bei der einen Platte angebracht sind, jeweils ein sich parallel zur jeweiligen Seitenfläche des Körpers erstreckender piezoelektrischer Plattenaktuator mit einem seiner Enden befestigt ist, wobei die anderen Enden der beiden piezoelektrischen Plattenaktuatoren wiederum an der parallel zu dem zu verschiebenden Element angeordneten zweiten Platte befestigt sind.

Bei diesen Lösungen ergibt sich der Vorteil einer insgesamt besonders kleinen Baugröße, die eine Anwendung insbesondere für Zoom-Objektive in Stereomikroskopen zuläßt, wobei zudem eine recht einfache konstruktive Lösung vorliegt. Dabei ist der Trägheitskörper (nämlich das zu verschiebende Element) nur über den Piezoaktuator (Piezorohr oder die beiden Piezoplatten) mit der zweiten Platte verbunden und dient gleichzeitig der Aktuatorführung.

Bevorzugt weist dabei das Element in Form einer Platte und/oder die zweite Platte eine Aufnahme zur Halterung z. B. einer Linse auf und dient damit auch der Linsenfassung, so daß die Lage der Linse über die Verschiebung des Elementes entsprechend verschoben werden kann.

Eine ganz besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht auch darin, daß an dem zu verschiebenden Element, bevorzugt an dessen in der Verfahrrichtung vorn oder hinten liegenden Abschlußfläche, ein Meßkopf zum Abtasten eines Maßbandes, eines Strichcodes o. ä. angebracht ist, was wiederum eine sehr einfache konstruktive Lösung darstellt, die auch kostengünstig herstellbar ist.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung besteht darin, daß der Körper aus einer Platte gebildet ist, auf deren beiden Plattenflächen jeweils ein sich im wesentlichen senkrecht zur jeweiligen Plattenfläche angeordneter plattenförmiger Piezoaktuator befestigt ist, der bei Beaufschlagung mit seinem von der Platte vorstehenden Ende in der gewünschten Bewegungsrichtung der Platte auslenkbar ist. Vorzugsweise ist dabei an den freien Enden der beiden Plattenaktuatoren (deren jedes auf einer Seite des Körpers vorsteht) jeweils ein Massekörper befestigt, wobei, erneut bevorzugt, die beiden Plattenaktuatoren wie auch die an ihren freien Enden angebrachten Massekörper eine zur Längsmittelebene der Platte symmetrische Anordnung aufweisen. Dabei können vorzugsweise die beiden Piezoaktuatoren auch von einem

Plattenaktuator gebildet werden, der durch die Platte hindurchgeführt ist und auf beiden Seiten vorsteht.

Diese Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung erweisen sich als ganz besonders einfache, sehr preisgünstig und ohne weiteres auch in großen Stückzahlen herstellbare Konstruktion, mit der trotzdem sehr präzise und reproduzierbare Verstellbewegungen ohne Schwierigkeit durchführbar sind.

Bei einer weiteren, ganz besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung ist das zu verschiebende Element im wesentlichen rohrförmig ausgebildet (es kann z. B. von einer Linsenanordnung gebildet sein), konzentrisch in dem ebenfalls im wesentlichen rohrförmigen Körper angeordnet und an seinem einen axialen Ende an einer radial vergrößerten Führungsscheibe befestigt, die sich unter Zwischenschaltung mindestens eines Federelementes radial auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers abstützt, wobei der piezoelektrische Aktuator hier als scheibenförmiger Piezoaktuator ausgebildet ist, der sich seinerseits unter Zwischenschaltung ebenfalls mindestens eines Federelementes radial auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers abstützt. Ganz besonders bevorzugt ist dabei der scheibenförmige Piezoaktuator auf seiner einen axialen Seite über ein elastisches rohrförmiges Koppelglied an das zu verschiebende Element angeschlossen, wobei er vorzugsweise auch noch auf seiner dem zu bewegenden Element axial gegenüberliegenden Seite eine konzentrisch an ihm angeordnete Masse trägt.

Diese Ausführungsform der Erfindung stellt bei einem sehr kleinen Aufwand eine hoch präzise, vorzügliche Verstellmöglichkeit für z. B. Linsensysteme dar, die durch ihren einfachen Aufbau und ihre hervorragende Wirksamkeit besticht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung im Prinzip beispielshalber noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Prinzipdarstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung;

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung ähnlich der aus Fig. 1, hier jedoch gekoppelt mit einem Wegmeßsystem;

Fig. 3 eine (teilweise geschnittene) Ausführungsform einer weiteren erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung in Verbindung mit einem Wegmeßsystem;

Fig. 4 eine (teilweise geschnittene) Perspektivdarstellung einer noch anderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung mit einem Wegmeßsystem;

Fig. 5. den Graph des Spannungsverlaufes der Anregespannung für die Piezoantrieb einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung bei sägezahnförmiger Spannungsänderung sowie den Graph der zugehörigen Auslenkung des Piezoelementes, jeweils über der Zeit, und

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung mit scheibenförmigen Piezoaktuatoren.

In Fig. 1 ist in schräger Perspektive eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung gezeigt. Dabei liegt auf einer Unterlage 1 ein zu verstellendes bzw. zu bewegendes Element 2 in Form einer Platte 2 auf.

Die Unterlage 1 ist dabei als eine ebene Unterlage ausgeführt, die eine Vertiefung 3 ausbildet, innerhalb derer das plattenförmige Element 2 liegt. Die Breite der Vertiefung 3 ist dabei so gewählt, daß die seitlichen Begrenzungswände der Vertiefung 3 als seitliche Führungswände für das plattenförmige Element 2 (unter Zwischenschaltung seitlicher Abstützfedern, vgl. weiter unten) dienen, das somit sowohl auf seiner Unterseite, wie auch an seinen beiden Seitenflächen von der Unterlage 1 in Form eines nach oben offenen Hohlquerschnitts umfaßt wird. Unter "*Hohlquerschnitt*" wird ein Querschnitt verstanden, der eine Abstützung des plattenförmigen Elementes 2 an mindestens drei Seiten desselben gewährleistet.

Das plattenförmige Element 2 soll in Längsrichtung der Vertiefung 3, nämlich in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung x bzw. in Gegenrichtung -x, bewegt werden.

Zu diesem Zweck ist, etwa in der Mitte des plattenförmigen Elementes 2 (in dessen Erstreckung in Bewegungsrichtung x gesehen) ein plattenförmiger Piezo-Biegeaktuator 4 vorgesehen, der durch das plattenförmige Element 2 hindurchläuft und beidseits desselben jeweils um eine gleichgroße Strecke *f* übersteht. An beiden überstehenden Enden ist jeweils eine Masse 5 bzw. 6 angebracht, die in der zeichnerischen Darstellung der Fig. 1 nur prinzipiell in Form eines über die Länge des betreffenden Endes sich erstreckenden zylindrischen Körpers dargestellt ist.

Dieser piezoelektrische Biege-Plattenaktuator (Piezoelement) 4 ist als piezoelektrischer Bieger, als sogenannter "*Bimorph*", dargestellt und weist eine Dicke *e* auf. Gleichermaßen könnte das Piezoelement 4 aber auch als Unimorph oder als Multimorph ausgebildet sein, wobei letzterer aus einer Mehrzahl von rechts- und linkspolarisierten Piezofolien besteht, die abwechselnd nebeneinander angeordnet sind und einen linken und einen rechten Folienstapel ausbilden, zwischen denen eine Isolierfolie angeordnet ist.

An das Piezoelement 4 wird, wie dies in Fig. 1 nur rein prinzipiell dargestellt ist, eine Spannung U_A angelegt, die in geeigneter Weise variiert wird, um den Piezoaktuator 4 auf beiden Seiten des

plattenförmigen Elementes 2 in der gewünschten Verstellrichtung laufend aus wieder in die Ausgangsstellung zurückzustellen). Dadurch kommt es zum laufen Stoßimpulsen auf das plattenförmige Element 2, die infolge der dabei auf c Stoßkräfte unter Überwindung der Reibung zwischen dem plattenförmigen El Boden 7 sowie den Seitenwänden der Vertiefung 3 zur Ausführung einer schrit des plattenförmigen Elementes 2 führen. Durch geeignete Spannungswahl kann Bewegung in Richtung x, wie auch in der Gegenrichtung -x erreicht werc allerdings der Stellschritt des Elementes 2 nur einen Bruchteil der Aus Piezoaktuators 4.

Der Piezoaktuator wird in Resonanz betrieben, je nach Typ mit Kurzfrequenzen bis 50 kHz, wobei die Ansteuerspannungen 6 bis 40 V betragen. Die Schri Piezoaktuatoren liegt dabei bei 0,2 µm und ihre Stellgeschwindigkeit bei etwa - Piezoaktuatoren, die hier einsetzbar sind, können Massen von bis zu maximal 1 bewegen.

Wie Fig. 1 zeigt, ist das plattenförmige Element 2 an seinen beiden Längs vorstehenden Federelementen 8 versehen, mit denen es sich beidseits gegen di Vertiefung 3 unter einer vorgegebenen Vorspannung abstützt. Bevorzugt e Federzungen aus Federstahl, die, in Bewegungsrichtung gesehen, relativ stei sich aber senkrecht zur Bewegungsrichtung elastisch gut verformen lasse Vorspannung der Federzungen 8 im Einbauzustand so gewählt, daß die zwisch Seitenwänden der Vertiefung 3 sowie die am Boden der Vertiefung 3 mit de Element 2 auftretende Reibkraft insgesamt größer ist als das Lastgewicht de Elementes 2 mit dem an ihm befestigten Piezoaktuator 4 und dessen Gewicht soviel größer, daß auch die bei einer Bewegung des Elementes 2 auftretende R ist, immer noch das genannte Lastgewicht des Elementes 2 mit daran an übersteigt. Damit wird sichergestellt, daß bei Wegfall des Antriebs auch bei ve eine sichere Halbposition des Elementes 2 eintritt. Dadurch ist es möglich, c Element 2 auch z. B. in einer vertikalen oder fast vertikalen Richtung anzutreibe Fall dann allerdings eine entsprechende Ausbildung der Unterlage 1 vorliegen m daß das plattenförmige Element 2 nicht aus der offenen Seite der Vertiefung 3 Infolge der Federzungen bleibt dann auch bei z. B. vertikaler Bewegung des Ausschalten des Antriebs dieses an der jeweils erreichten Stelle selbst unter de Schwerkraft stehen.

Die Ansteuerung des Piezoaktuators 4 kann in unterschiedlicher Weise vorgenor

Die elektrische Ansteuerung des Piezoaktuators 4 kann in jeder geeignete Weise mit Sägezahnimpulsen (vgl. Fig. 5) oder auch z. B. mittels geeigneter Rechteckir

Bei einer Ansteuerung mit Sägezahnimpulsen, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist, bewirkt die steile Flanke infolge einer hohen Beschleunigung des Piezoelementes 4 (welche geeignet sein muß, die Haftreibung zu überwinden) den Stellschritt, während bei der flachen Flanke infolge der niedrigen Beschleunigung (welche die Haftreibung nicht überwinden kann) kein Stellschritt auftritt.

In Fig. 5 ist unter der Darstellung des Verlaufs der Spannung *U* über der Zeit *t* auch die Auslenkung des Piezoelementes *y* ebenfalls über der Zeit *t* aufgetragen.

Im anfänglichen Bereich I ruft die relativ flache Flanke der Sägezahnspannung bei dem System, das anfänglich in Ruhe war, eine moderate Beschleunigung des Massenschwerpunkts der trägen Masse hervor, wobei die Beschleunigungskraft im allgemeinen unterhalb der Reibungskraft bleibt und damit keine Bewegung auftritt.

Im Bereich II schließt sich eine gegenläufige steile Flanke der Sägezahnspannung an, die durch die plötzliche starke Umpolung der elektrischen Spannung im Zusammenhang mit der bis dahin erreichten Auslenkung des Piezoelementes 4 mit den an diesem angebrachten trägen Massen 5, 6 zu einer großen stoßweisen Kraftwirkung auf das zu bewegende Element 2 führt. Die große Beschleunigung der trägen Masse wird aus der starken Krümmung der Wegkennlinie y(t) deutlich. Ab diesem Zeitpunkt setzt im allgemeinen dann die Gleitbewegung in der Reibfläche ein, wobei die verrichtete Reibarbeit dem schwingungsfähigen System mechanische Energie entzieht.

In der anschließenden Phase III nimmt die Schwingungsamplitude wieder deutlich ab und die träge Masse wird im Verlauf der sich anschließenden flachen Sägezahnflanke wieder allmählich verzögert und rückbeschleunigt.

Schließlich wird in Phase IV nach Erreichen der nächsten positiven Sägezahnspitze ein neuer Zyklus begonnen, sofern die Impulsfolge fortgesetzt wird.

Fig. 1 zeigt weiterhin, daß auf dem Boden 7 der Vertiefung 3 eine Öffnung 9 ausgebildet ist, deren Breite etwas größer als die Breite des Piezoaktuators 4 ist. Auf diese Weise kann der Piezoaktuator auf beiden Seiten des zu bewegenden Elementes 2 überstehen, ohne daß dadurch die Bewegungsfähigkeit des Elementes 2 beeinträchtigt wird.

Die Darstellung nach Fig. 2 zeigt im Prinzip eine fast gleiche Anordnung wie die aus Fig. 1, wobei hier jedoch das zu bewegende plattenförmige Element 2 mit einem Wegmeßsystem 10 gekoppelt ist.

plattenförmigen Elementes 2 in der gewünschten Verstellrichtung laufend auszulenken (und ihn wieder in die Ausgangsstellung zurückzustellen). Dadurch kommt es zum laufenden Einwirken von Stoßimpulsen auf das plattenförmige Element 2, die infolge der dabei auf dieses ausgeübten Stoßkräfte unter Überwindung der Reibung zwischen dem plattenförmigen Element 2 und dem Boden 7 sowie den Seitenwänden der Vertiefung 3 zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des plattenförmigen Elementes 2 führen. Durch geeignete Spannungswahl kann dabei sowohl eine Bewegung in Richtung x, wie auch in der Gegenrichtung -x erreicht werden. Dabei beträgt allerdings der Stellschritt des Elementes 2 nur einen Bruchteil der Ausschwingweite des Piezoaktuators 4.

Der Piezoaktuator wird in Resonanz betrieben, je nach Typ mit Kurzfrequenzen im Bereich von 5 bis 50 kHz, wobei die Ansteuerspannungen 6 bis 40 V betragen. Die Schrittgröße bekannter Piezoaktuatoren liegt dabei bei 0,2 µm und ihre Stellgeschwindigkeit bei etwa 10mm/s. Bekannte Piezoaktuatoren, die hier einsetzbar sind, können Massen von bis zu maximal 100g (auch vertikal) bewegen.

Wie Fig. 1 zeigt, ist das plattenförmige Element 2 an seinen beiden Längsseiten mit seitlich vorstehenden Federelementen 8 versehen, mit denen es sich beidseits gegen die Seitenwände der Vertiefung 3 unter einer vorgegebenen Vorspannung abstützt. Bevorzugt eignen sich hierfür Federzungen aus Federstahl, die, in Bewegungsrichtung gesehen, relativ steif ausgebildet sind, sich aber senkrecht zur Bewegungsrichtung elastisch gut verformen lassen. Dabei ist die Vorspannung der Federzungen 8 im Einbauzustand so gewählt, daß die zwischen ihnen und den Seitenwänden der Vertiefung 3 sowie die am Boden der Vertiefung 3 mit dem plattenförmigen Element 2 auftretende Reibkraft insgesamt größer ist als das Lastgewicht des plattenförmigen Elementes 2 mit dem an ihm befestigten Piezoaktuator 4 und dessen Gewichten 5, 6, und zwar soviel größer, daß auch die bei einer Bewegung des Elementes 2 auftretende Reibung, die kleiner ist, immer noch das genannte Lastgewicht des Elementes 2 mit daran angebrachten Teilen übersteigt. Damit wird sichergestellt, daß bei Wegfall des Antriebs auch bei vertikaler Bewegung eine sichere Halbposition des Elementes 2 eintritt. Dadurch ist es möglich, das plattenförmige Element 2 auch z. B. in einer vertikalen oder fast vertikalen Richtung anzutreiben, wobei in diesem Fall dann allerdings eine entsprechende Ausbildung der Unterlage 1 vorliegen muß, die sicherstellt, daß das plattenförmige Element 2 nicht aus der offenen Seite der Vertiefung 3 herausfallen kann. Infolge der Federzungen bleibt dann auch bei z. B. vertikaler Bewegung des Elementes 2 bei Ausschalten des Antriebs dieses an der jeweils erreichten Stelle selbst unter der Einreichung der Schwerkraft stehen.

Die Ansteuerung des Piezoaktuators 4 kann in unterschiedlicher Weise vorgenommen werden:

Die elektrische Ansteuerung des Piezoaktuators 4 kann in jeder geeignete Weise erfolgen, so z. B. mit Sägezahnimpulsen (vgl. Fig. 5) oder auch z. B. mittels geeigneter Rechteckimpulse.

In Abänderung zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist bei der Ausführungsform nach Fig. 2 an dem plattenförmigen Element 2 jedoch der piezoelektrische Aktuator 4 nicht mehr in der Mitte (bezüglich der Längserstreckung des Elementes 2 gesehen) angebracht, sondern in dessen in Bewegungsrichtung x vorne liegendem Bereich, und zwar derart, daß (wie Fig. 2 zeigt) sich der Piezoaktuator 4 etwa in der Mitte der Längserstreckung des Elementes 2 befindet, die außerhalb der Brücke 11 liegt.

Eine weitere Änderung gegenüber der Ausgestaltung nach Fig. 1 besteht auch darin, daß bei der Anordnung nach Fig. 1 nicht beidseits des plattenförmigen Elementes 2, sondern nur auf einer Seite desselben eine vorgespannte federnde Andrückeinrichtung gegen die dort liegende Seitenwand der Vertiefung 3 angebracht ist. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, handelt es sich dabei um einen seitlich an dem plattenförmigen Element 2 ausgebildeten Federsteg 15, der auf seiner zur zugewandten Seitenwand der Vertiefung 3 hier liegenden Seite mit einer verdickten Nase 16 versehen ist, die gegen diese Seitenwand federnd anliegt. Der Federsteg 15 wird dabei als eine dünne Seitenwand einer Durchbrechung in dem Element 2 gebildet, wie dies Fig. 2 zeigt.

Zusätzlich zu der Ausführungsform, wie sie in Verbindung mit Fig. 1 weiter oben bereits beschrieben wurde, ist hier auf der Unterlage 1 eine Brücke 11 mit einer Hallsonde 12 angebracht. Zudem ist auf der Oberseite des zu bewegenden Elementes 2 ein Dauermagnet 13 über eine geeignete Verbindung 14 befestigt. Mit dieser Meßanordnung kann die Relativbewegung zwischen dem Element 2 und der Unterlage 1 gemessen werden.

Zur Messung dieser Relativbewegung zwischen dem Element 2 und der Unterlage 1 können aber auch alle anderen, im optischen Präzisionsgerätebau für solche Relativbewegungen üblichen und bekannten Meßsysteme eingesetzt werden, wie z. B. numerische Meßsysteme o. ä. Der Einfachheit halber ist die elektrische Verbindung zwischen dem Ausgang U_M und der Meßanordnung sowie der Auswerteelektronik in Fig. 2 nicht dargestellt.

Die zwischen der Nase 16 und der Seitenwand der Vertiefung 3 wirkende Andruckkraft F_Q entsteht durch die elastische Verbiegung des Federstegs 15. Hierdurch können in ihrer Größe definiert festlegbare Reibungskräfte erzeugt werden (die natürlich zusätzlich zu den Reibungskräften auf der anderen Seite des plattenförmigen Elementes 2 mit der dort liegenden Seitenfläche der Unterlage 1 und auf dessen Unterseite mit dem Boden der Vertiefung 3, zumindest in den seitlichen Bereichen, in denen eine Auflage stattfindet, hinzutreten).

Selbstverständlich können mehrerer solcher federnden Andruckstellen über die Länge des Elementes 2 auf einer Seite desselben oder auch auf beiden Seiten vorgesehen werden, desgleichen auch anderer geeignete federnde Andruckeinrichtungen, die ein Einstellen der insgesamt durch den Piezoaktuator 4 zu überwindenden Reibungskräfte gestatten.

Fig. 3 zeigt eine teilweise geschnittene perspektivische Prinzipdarstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung, die sich durch kleine und kompakte Größe, billige Herstellbarkeit und einem besonders ruhigen Lauf auszeichnet.

Hierbei ist die Unterlage 1 in Form eines im Querschnitt rechteckigen Hohlprofils (Führungsrohr) ausgeführt, das auch nach einer Seite (bei der zeichnerischen Darstellung nach Fig. 3: z. B. nach oben hin) offen sein und z. B. aus einem faserverstärkten Kunststoff bestehen kann.

Wie Fig. 3 zeigt, ist das zu verschiebende Element 2 in Form einer Platte ausgebildet, die dem Innenquerschnitt des Körpers bzw. der Unterlage 1 im wesentlichen angepaßt ist.

Dabei ist die vorgespannte Federeinrichtung, mit der sich das zu bewegende Element 2 an der Unterlage 1 abstützt, in Form von an zwei einander gegenüberliegenden Seiten am Außenumfang des plattenförmigen Elementes 2 angebrachten Federzungen 8 und 8' ausgebildet, die von einem sich jeweils über die Höhe dieser Seite erstreckenden Mittelstreifen 18 beidseits vorstehen, unter einer leichten Abwinkelung gegen die zugewandte Seitenfläche der Unterlage 1 geneigt verlaufen und sich dort an ihren freien Enden abstützen.

Das zu bewegende Element 2 weist eine Rundöffnung auf, z. B. zur Halterung einer Linse 19, beispielsweise mit einem Durchmesser von 15 mm.

Axial zu dem Element 2 um einen Abstand A versetzt ist ein zweites plattenförmiges Element 20 (aus Messing) mit gleicher Formgebung angebracht, das auf den Seiten, an denen sich bei dem plattenförmigen Element 2 die seitlichen Federzungen 8 befinden, keine Federzungen aufweist. Diese Seiten des Elements 20 befinden sich vielmehr nicht in Kontakt mit der zugewandten Seitenwand der Unterlage 1, sondern bilden zu dieser einen kleinen Spalt aus.

Die plattenförmigen Elemente 2 und 20 sind, wie dies Fig. 3 im einzelnen zeigt, an ihren den beiden zugewandten Seitenflächen der Unterlagen 1 benachbarten Endbereichen über zwei piezoelektrische Plattenaktuatoren 21 und 22 miteinander verbunden, wobei die Piezoaktuatoren 21 und 22 parallel zu den jeweiligen Seitenwänden der Unterlage 1 verlaufen und jeweils an ihren Endflächen in geeigneter Weise an den Elementen 2 bzw. 20 befestigt sind.

An der in Bewegungsrichtung vorne liegenden Fläche des plattenförmigen Elementes 2 ist ein Meßkopf 23 (z. B. eine Meßlichtschranke) angeordnet, der eine auf der zugewandten Bodenfläche 24 der Unterlage 1 in Verfahrrichtung der Anordnung angebrachte Codierung 25 (etwa in Form eines Strichcodes oder auch ein Maßband) abtasten kann.

Wie in Fig. 3 nur prinzipiell dargestellt, werden die elektrischen Impulse für die Piezoplatten 21, 22 von einer Regelelektrik 26 geliefert, die ihrerseits an eine mit dem Meßkopf 23 verbundenen Meßelektronik 35 angeschlossen ist, die das sinusförmige, vom Meßkopf gelieferte Wegmeßsignal triggert. Diese nur prinzipielle dargestellte Anordnung erlaubt es, z. B. eine durch ein nicht gezeigtes Gerät vorgebbare Sollposition für das zu verstellende Element 2 genau anzufahren.

In Fig. 4 ist schließlich ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Verstellvorrichtung in Form eines piezoelektrischen Linearantriebsmoduls gezeigt ist, der mit einem Wegmeßsystem gekoppelt. Zur Darstellung ist eine schräge Perspektive (mit einer Teilschnittdarstellung) gewählt.

Die Unterlage 1 ist hier plattenförmig ausgebildet und trägt, etwa mittig, eine Codierung 25 in Form eines Rastermaßstabs (z. B. mit einer Gitterkonstante von 20 µm).

Auf der Unterlage 1 ist eine im Querschnitt U-förmige Abdeckung 27 angebracht, die auf ihrer der Unterlage 1 gegenüberliegenden Seite von einem Längsschlitz 28 durchsetzt ist, der zu dem Codierstreifen 25 ausgerichtet verläuft.

Innerhalb des durch die Unterlage 1 und die Abdeckung 27 gebildeten geschlossenen Hohlquerschnitts ist ein zu bewegendes Element 2 vorgesehen, das über einen weiter unten noch näher zu beschreibenden piezoelektrischen Antrieb in Längsrichtung der Gesamtanordnung, also in Längsrichtung des Spaltes 28, verfahrbar ist. An der in Verfahrrichtung vorne liegenden Seite des Elementes 2 ist ein Meß- bzw. Lesekopf 23 zur Abtastung der Codierung 25 vorgesehen. Als ein solcher Meßkopf kann z. B. eine Reflexionslichtschranke oder ein optoelektronischer Sender und Empfänger eingesetzt werden.

Das Element 2 ist in seinem Querschnitt so ausgebildet, daß es im wesentlichen den freien Innenraum zwischen der Abdeckung 27 und der Unterlage 1 im Querschnitt ausfüllt und an seiner Oberseite mit einem in den Längsschlitz 28 hineinragenden und bevorzugt bis zur Außenoberfläche der entsprechenden Seite der Abdeckung 27 hin laufenden Blockvorsprung 29 versehen ist, in dem z. B. Innengewinde 30 zum Anschrauben irgendeines zu bewegenden Teiles außerhalb der gezeigten Gesamteinrichtung angebracht sind.

Wie aus der Darstellung der Fig. 4 ersichtlich ist, weist das den Verschiebekörper ausbildende Element 2 sowohl auf seiner dem Betrachter zugewandten Seite, wie auch auf seiner der Unterlage 1 zugewandten Seite Federelemente 8 bzw. 8' auf, die in Form von Federzungen ausgebildet sind, welche sich von einem Mittelstreifen 18 aus in Bewegungsrichtung und entgegen dieser erstrecken und jeweils über die entsprechende Vorder- bzw. Rückseite des Verschiebekörpers 2 überstehen. Diese Federzungen 8 bzw. 8' verlaufen dabei unter einem kleinen Winkel geneigt zu der zugewandten Anlagefläche (also zu dem betreffenden

Seitenschenkel der Abdeckung 27 bzw. zur Unterlage 1 hin), wo sie mit ihren Endbereichen unter federndem Andruck anliegen. Durch diese Anordnung der Federelemente 8 und 8' läßt sich eine vorzügliche spielfreie Verschiebelagerung des Verschiebekörpers 2 erreichen.

Der Antrieb des Verschiebekörpers 2 erfolgt über einen plattenförmigen Piezoaktuator 31, der auf der dem Meßkopf 25 gegenüberliegenden Seite des Verschiebekörpers 2 an diesem befestigt ist, parallel zur Unterlage 1 verläuft und an seinem freien Ende eine blockförmige Masse- bzw. einen Trägheitskörper 32 trägt, der seinerseits jedoch keine eigene federnde Abstützung gegenüber der Unterlage 1 bzw. den Seitenwänden der Abdeckung 27 aufweist (wie dies aus Fig. 4 auch entnehmbar ist), sondern frei am Ende des piezoelektrischen Aktuators 31 befestigt ist. Als Piezoaktuator 31 wird bevorzugt eine piezoelektrische Platte mit Ober- und Unterelektroden eingesetzt, bei deren Abmessungen die Länge z. B. 8 mm die Breite 16 mm und Dicke 0,5 mm betragen kann.

Der elektrische Piezoaktuator 31 und der Meßkopf 23 können über elektrische Verbindungen 33 angesteuert werden, die, wie Fig. 4 zeigt, auf der Oberseite des Verschiebekörpers 2 herausgeführt werden, und zwar in einem Spalt, der zwischen der einen Seite des Blockvorsprungs 29 und der zugewandten Seite des Längsschlitzes 28 ausgebildet ist.

Die Federzungen 8 und 8' sorgen für die gewünschte Reibkraft (was insbesondere bei einer Vertikalbewegung wichtig ist) und für eine spielfreie Führung des Verschiebekörpers innerhalb des von der Abdeckung 27 und der Unterlage 1 gebildeten Hohlraumes.

Die piezoelektrischen Linearantriebsmodule, wie sie in Fig. 3 oder in Fig. 4 dargestellt sind, eignen sich sehr gut zum Einsatz bei inkrementalen Wegmeßsystemen, wobei insbesondere auch die wegen der niedrigen Kosten für die Piezoplatte sehr preisgünstige Herstellung und die einfache konstruktive Lösung bemerkenswert sind. Beide Ausführungsformen arbeiten weitgehend lautlos, was ebenfalls einen großen Vorteil darstellt.

In Fig. 6 ist eine Prinzipdarstellung einer weiteren Verstellvorrichtung gezeigt, bei welcher der die Reibunterlage ausbildende Körper 1 als ein hülsenförmiges Rohr ausgebildet ist, wobei die Darstellung der Fig. 6 so vorgenommen ist, daß der hülsenförmige Körper 1 längs eines Durchmessers geschnitten ist, die darin befindliche Verstellvorrichtung jedoch nicht geschnitten dargestellt ist, wobei zudem alles in perspektivischer Darstellung erfolgt.

Als piezoelektrischer Aktuator ist hier ein scheibenförmiges Piezoelement 40 vorgesehen, das über (in Fig. 6 nur ganz schematisch eingezeichnete) Federelemente 41 sich auf der Innenfläche des hülsenförmigen Körpers 1 abstützt.

Das zu bewegende Element 2, welches bei der gezeigten Ausführungsform z. B. durch eine (dort nicht mehr dargestellte) Linsengruppe gebildet sein kann und seinerseits rohrförmig ausgebildet sowie konzentrisch innerhalb des hülsenförmigen Körpers 1 angeordnet ist, ist seinerseits über ein elastisches Koppelglied 42 mit den scheibenförmigen Piezoelement 40 zentral verbunden, wobei auf der gegenüberliegenden axialen Seite des Piezoelementes 40 an diesem noch eine Zusatzmasse 45 angebracht ist (die, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel gezeigt, auch in einem Endabschnitt des rohrförmigen Körpers 2 bestehen kann, der durch den scheibenförmigen Piezoaktuator 40 hindurchgeführt ist und auf dessen gegenüberliegender Seite übersteht.

Zur Führung und Unterstützung des Körpers 2 bzw. der diesen ausbildenden Linsengruppe dient eine Führungsscheibe 43, die über ein oder mehrere Federelemente 44 radial außen sich gegenüber der Innenseite des hülsenförmigen Körpers 1 abstützt.

Der hier eingesetzte scheibenförmige Piezoaktuator 40 bewirkt eine translatorische Bewegung des Systems, das aus ihm, der Masse 45, dem elastischen Koppelglied 42, der angeschlossenen Linsengruppe 2 und der Führungsscheibe 43 sowie den Federelementen 41 und 44 besteht.

Die an den scheibenförmigen Piezoaktuator 40 angeschlossene Masse 45 weist eine Größe auf, die etwa 50% der Masse des scheibenförmigen Piezoaktuators 40 und des elastischen Kopfgliedes 42 entspricht.

Der scheibenförmige Piezoaktuator 40 wird, wie dies in Fig. 6 nur ganz prinzipiell dargestellt ist, über elektrische Anschlüsse 46 angesteuert, zwischen denen eine Spannung U_A anliegt, die in Form definierter positiver oder negativer Spannungsimpulse zu einer beschleunigten Verbiegung des scheibenförmigen Piezoaktuators 40 führt. Dabei erfolgt z. B. eine Verbiegung desselben in -x – Richtung, was infolge der Trägheit des scheibenförmigen Piezoaktuators 40 in Verbindung mit der Masse 45 und der Wirkung der Federelemente 41 eine Bewegung des Systems in +x – Richtung bewirkt. Bei einer Umpolung der Spannung wird in analoger Weise eine Bewegung der Linsengruppe 2 in Gegenrichtung erzeugt.

Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung zum Verschieben einzelner Elemente (2) von optischen Systemen oder von Meßsystemen, wobei das zu verschiebende Element (2) auf einer Unterlage längs einer vorgegebenen Richtung (x) mittels einer piezoelektrischen Aktuatoranordnung (4, 5, 6; 21, 22; 31) bewegbar ist, die von dem Element (2) getragen wird und derart ausgebildet sowie ansteuerbar ist, daß sie zur Ausführung einer schrittweisen Bewegung des Elementes (2) auf der Unterlage (1) Stoßimpulse auf dieses ausübt, wobei das Element (2) in einem Körper (1; 27), der einen offenen oder einen geschlossen Hohlquerschnitt aufweist, angebracht ist und sich an diesem an mindestens einer Stelle unter Zwischenschaltung einer vorgespannten Federeinrichtung (8, 8'; 15, 16) reibschlüssig abstützt.

2. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Körper (1; 27) einen U-förmigen Querschnitt oder einen kreisförmigen Hohlquerschnitt aufweist.

3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der das Element eine Platte (2) aufweist, deren Form dem Innenquerschnitt des Körpers (1; 27) im wesentlichen angepaßt ist und bei der die vorgespannte Federeinrichtung aus einem zumindest teilweise längs des Außenumfangs der Platte (2) verlaufenden Streifen (18) besteht, der seitlich bevorzugt über die Vorder- und die Rückseite der Platte (2) vorstehende, im Abstand zueinander angebrachte Federzungen (8, 8') aufweist, die vom Streifen (18) ausgehend in Richtung zu der zugeordneten Innenwand des Körpers (1; 27) schräg verlaufen und an dieser unter Federdruck anliegen.

4. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, bei welcher eine weitere, parallel zu dem zu verschiebenden Element (2) angeordnete zweite Platte (20) vorgesehen ist, deren Form ebenfalls im wesentlichen der Innenform des Hohlquerschnitts des Körpers (1) entspricht, die aber mit keiner Federeinrichtung versehen und mit dem zu verschiebenden Element (2) über einen rohrförmigen Piezoaktuator verbunden ist.

5. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, bei der in der Nähe der beiden Seiten (18), an denen die Federzungen (8) angebracht sind, jeweils ein sich parallel zur jeweiligen Seitenfläche des Körpers

(1) erstreckender piezoelektrischer Plattenaktuator (21, 22) mit jeweils einem seiner Enden befestigt ist, wobei die beiden freien Enden der beiden piezoelektrischen Plattenaktuatoren (21, 22) wiederum an einer parallel zu dem zu verschiebenden Element (2) liegenden zweiten Platte (20) befestigt sind, deren Form ebenfalls im wesentlichen der Innenform des Hohlquerschnitts des Körpers (1; 27) entspricht, die aber mit keiner Federeinrichtung versehen ist.

6. Verstellvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, bei der das Element in Form einer Platte (2) und/oder die zweite Platte (20) eine Aufnahme zur Halterung einer Linse (19) aufweisen.

7. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der an dem zu verschiebenden Element (2), bevorzugt an dessen in der vorgegebenen Richtung vorne oder hinten liegenden Abschlußfläche, ein Meßkopf (23) zum Abtasten eines Maßbandes (25), eines Strichcodes o. ä. angebracht ist.

8. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher der Körper aus einer Platte (2) besteht, auf deren beiden Plattenfläche jeweils ein sich im wesentlichen senkrecht zur jeweiligen Plattenfläche angeordneter plattenförmiger Piezoaktuator (4) befestigt ist, der bei Beaufschlagung mit seinem von der Platte (2) vorstehenden Ende in der gewünschten Bewegungsrichtung der Platte (2) auslenkbar ist.

9. Verstellvorrichtung nach Anspruch 8, bei der an den freien Enden der beiden Plattenaktuatoren (4) jeweils ein Massekörper (5, 6) befestigt ist.

10. Verstellvorrichtung nach Anspruch 9, bei welcher sowohl die beiden Plattenaktuatoren (4), wie auch die an ihren freien Enden angebrachten Massenkörper (5, 6) eine zur Längsmittelebene der Platte (2) symmetrische Anordnung aufweisen.

11. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei welcher die beiden Piezoaktuatoren von einem durch die Platte (2) hindurch geführten Plattenaktuator (4) gebildet werden.

12. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das zu verschiebende Element (2) in wesentlichem rohrförmig ausgebildet ist, konzentrisch in dem ebenfalls rohrförmig ausgebildeten Körper (1) angeordnet ist und an seinem einen axialen Ende an einer radial vergrößerten Führungsscheibe (43) befestigt ist, die sich unter Zwischenschaltung mindestens eines Federelementes (44) auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers (1) abstützt, und wobei der piezoelektrische Aktuator als scheibenförmiger Piezoaktuator (40) ausgebildet ist, der sich seinerseits unter Zwischenschaltung mindestens eines Federelementes (41) auf der Innenfläche des rohrförmigen Körpers (1) abstützt.

13. Verstellvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der scheibenförmige Piezoaktuator (40) auf seiner einen Seite axial über ein elastisches rohrförmiges Koppelglied (42) an das zu verschiebende Element (2) angeschlossen ist.

14. Verstellvorrichtung nach Anspruch 13, bei welcher der scheibenförmige Piezoaktuator (40) auf seiner dem zu bewegenden Element (2) gegenüberliegenden Seite eine konzentrisch an ihm angeordnete Masse (45) trägt.

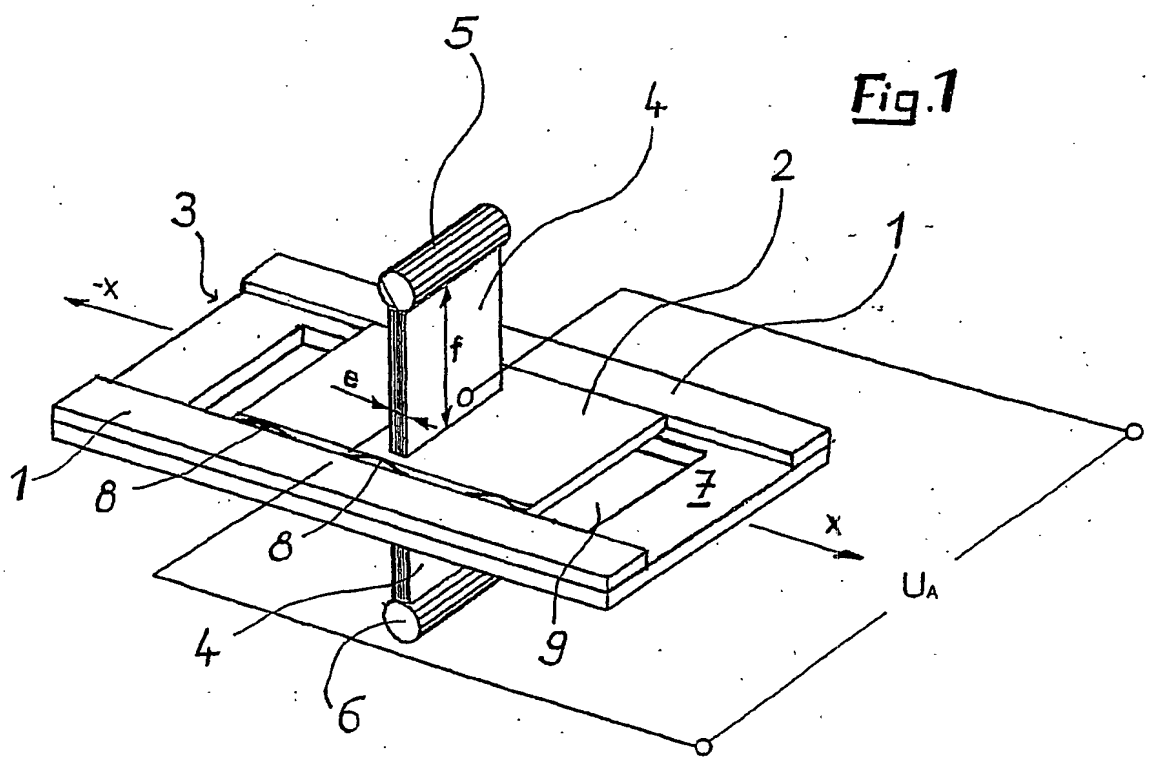


Fig.1

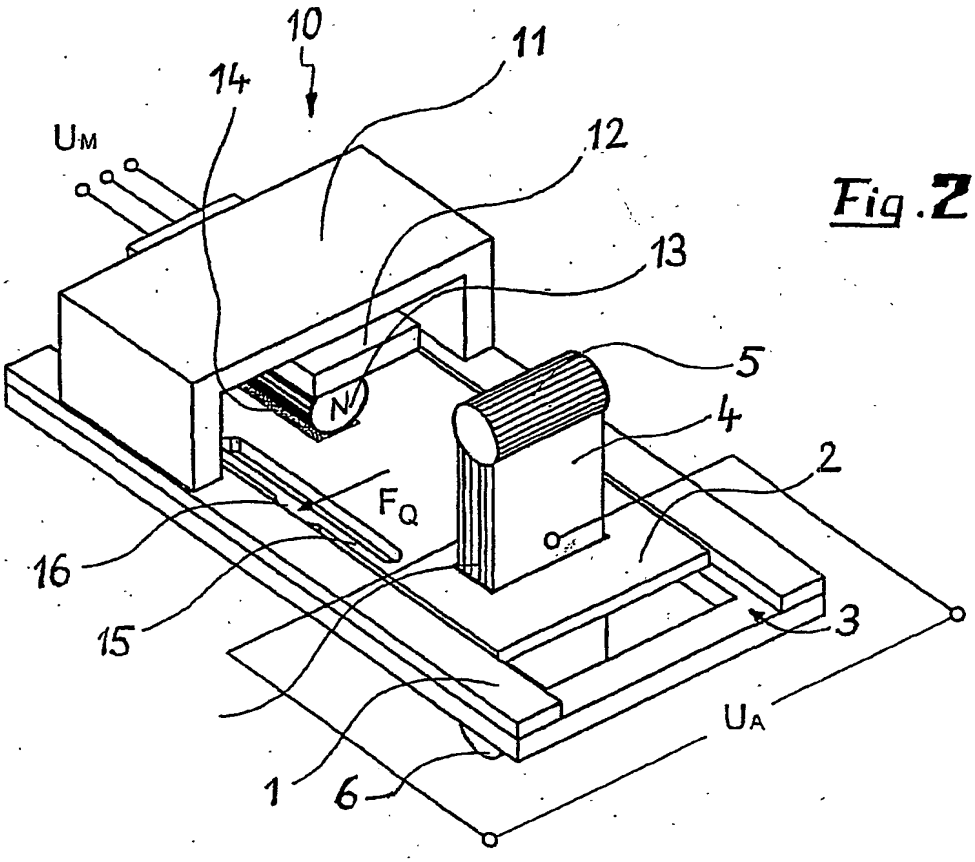


Fig.2

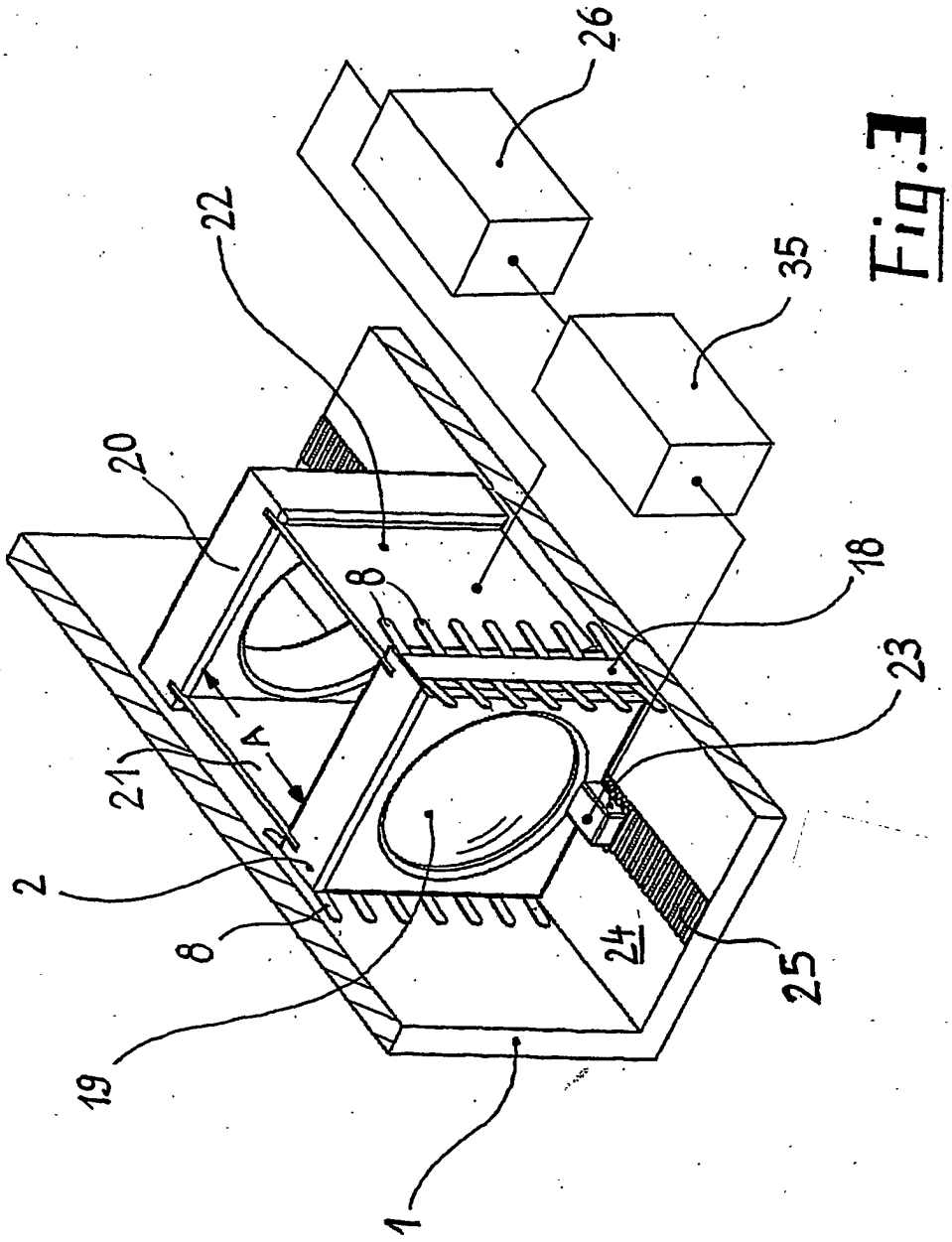


Fig.3

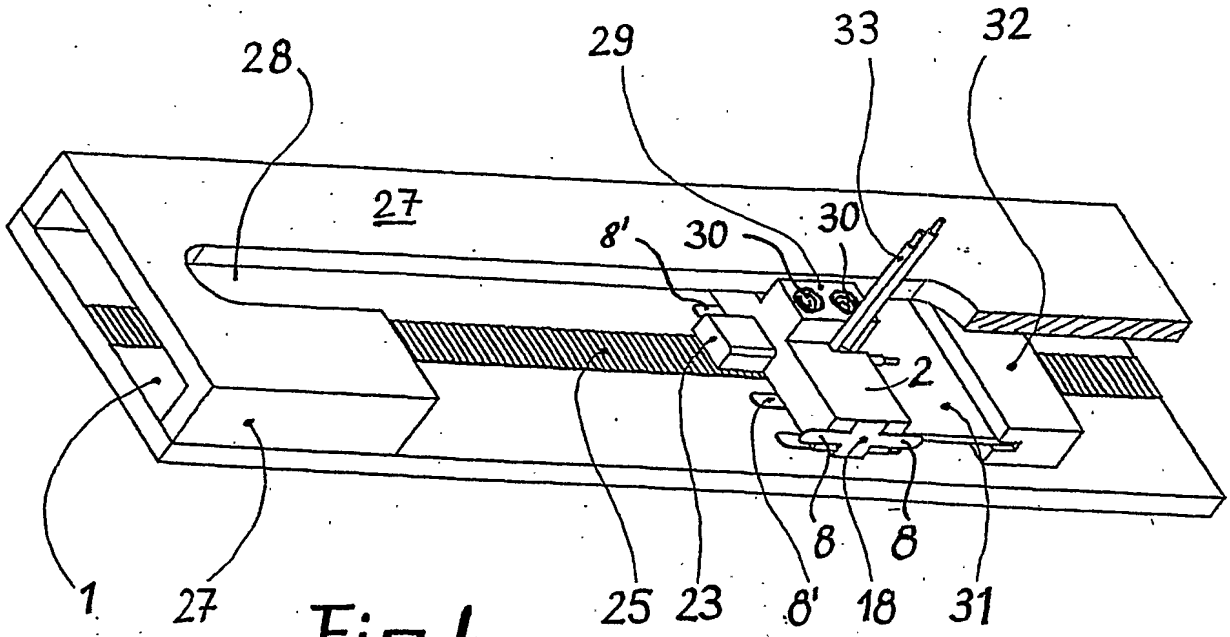


Fig.4

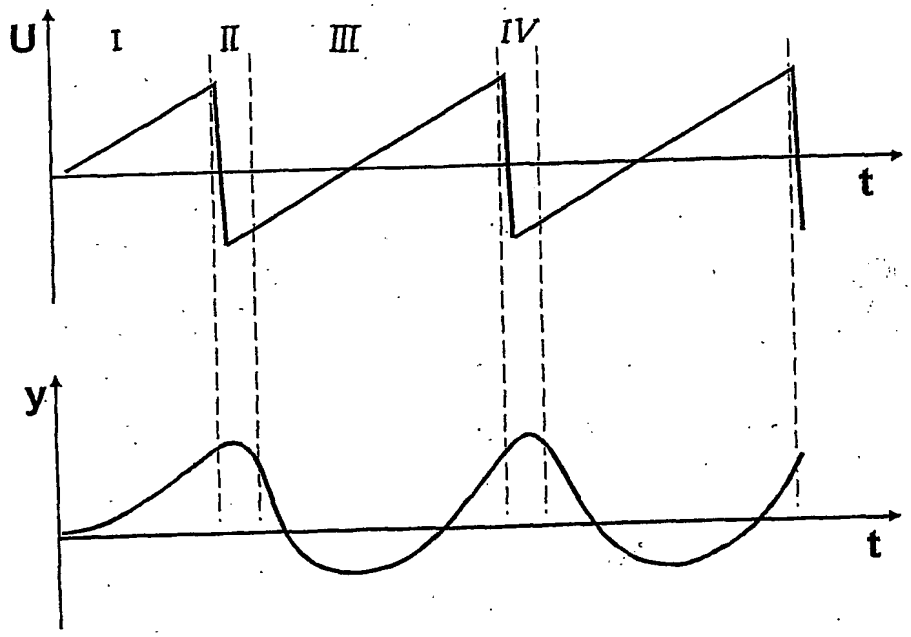


Fig.5

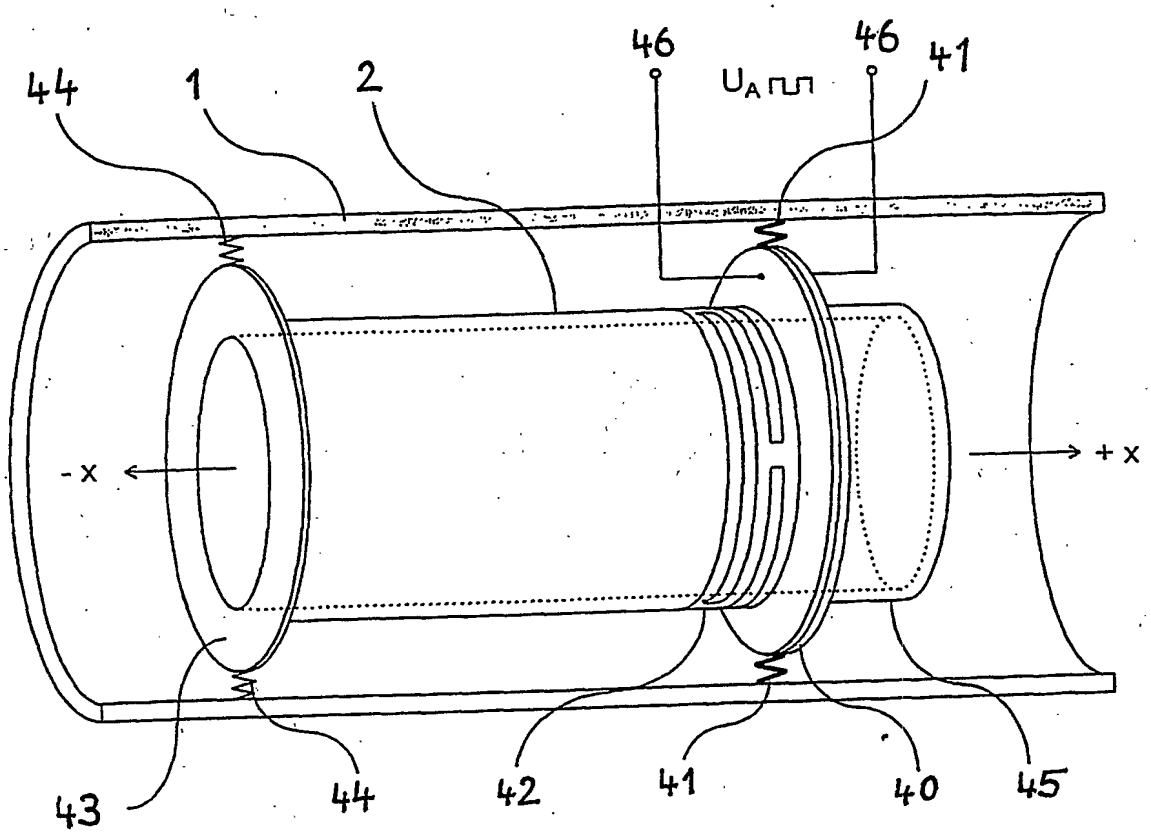


Fig.6